

BHS

II

C 314

a-18

Kurze

Erläuterungen zu dem Blatte Speyer

(No. XVIII)

der

geognostischen Karte

des

Königreichs Bayern.

Herausgegeben

im Auftrage des K. bayer. Staatsministeriums des Innern.

Nach den bei der geognostischen Untersuchung des Königreichs unter der Leitung des
Verfassers gewonnenen Ergebnissen, namentlich nach den Aufnahmsarbeiten von
**K. Oberbergamts-Assessor Dr. v. Ammon, den Assistenten Dr. Leppla,
Dr. Thürach, Dr. Reis und Dr. Pfaff,**

ausgearbeitet von

Dr. C. W. v. Gümbel,

k. Geheim. Rath und Oberbergdirektor.

Mit einem Blatte (No. XVIII) der geognostischen Karte des Königreichs Bayern.



CASSEL.

Verlag von Theodor Fischer.

1897.



BHS II C 34a-18

Kurze
Erläuterungen zu dem Blatte Speyer
(No. XVIII)

der
geognostischen Karte
des
Königreichs Bayern.

Herausgegeben
im Auftrage des K. bayer. Staatsministeriums des Innern.

Nach den bei der geognostischen Untersuchung des Königreichs unter der Leitung des
Verfassers gewonnenen Ergebnissen, namentlich nach den Aufnahmsarbeiten von
**K. Oberbergamts-Assessor Dr. v. Ammon, den Assistenten Dr. Leppla,
Dr. Thürach, Dr. Reis und Dr. Pfaff,**

ausgearbeitet von
Dr. C. W. v. Gümbel,
k. Geheim. Rath und Oberbergdirektor.

Mit einem Blatte (No. XVIII) der geognostischen Karte des Königreichs Bayern.



CASSEL.
Verlag von Theodor Fischer.
1897.



Druck von L. Döll in Cassel.

**Bayerische
Staatsbibliothek
München**

Geognostisches Blatt Speyer.

Das Blatt Speyer umfasst unter den vier den Pfalzkreis darstellenden Blättern (im Westen Blatt Zweibrücken, im Norden Blatt Donnersberg und im Nordwesten Blatt Cusel) den südöstlichen Theil dieses Gebiets von der südlichen Landesgrenze zwischen Lauterburg und Fischbach, dann von der östlichen Landesgrenze am Rhein zwischen Lauterburg und Ludwigshafen bis zu einer im Norden ungefähr von Ost nach West verlaufenden Linie Ludwigshafen—Kaiserslautern. Im Westen schliesst sich unser Blatt in der Linie Fischbach—Siegelbach bei Kaiserslautern an das Blatt Zweibrücken an. Da aber die Kartenränder im Süden und Osten über diese Landesgrenzlinien hinübergreifen, so wurden auch anstossende Striche der benachbarten Reichslande von Unter-Elsass*) und vom Grossherzogthum Baden mit zur Darstellung gebracht.

Der Kartenmaassstab ist, wie bei den übrigen bisher erschienenen geognostischen Karten Bayerns 1 : 100 000 und die Zeichnung nach der in gleichem Maassstabe ausgeführten deutschen Reichskarte hergestellt, während die geognostische Darstellung durch Reduktion aus 28 Originalaufnahmen der 25 000-theiligen Generalstabs-Positionskarten gewonnen wurde. Für die ausführliche Schilderung, welche den gesammten Pfalzkreis umfassen soll, bleibt die Darstellung in diesem grösseren Maassstabe (1 : 25 000) bei den wichtigeren Theilen des Gebiets vorbehalten.

Topographischer Ueberblick **).

Das Gebiet, welches auf dem vorliegenden Blatte zur Darstellung gebracht ist, lässt sich nach den Höhenverhältnissen und der Oberflächengestaltung in zwei Hauptglieder theilen, nämlich in die gebirgige

*) Dieser Theil der Karte wurde theils nach den bisher erschienenen geologischen Karten von Elsass-Lothringen, theils nach einer cursorschen Aufnahme, bei welcher wir uns der ausgiebigsten Beihilfe und Unterstützung durch die reichsländische geologische Landesanstalt in Strassburg zu erfreuen hatten, zur Darstellung gebracht. Wir ergreifen gerne diese Gelegenheit, der genannten Anstalt für diese freundnachbarliche Unterstützung den besten Dank auszusprechen.

**) Es wird in diesen kurzen Erläuterungen von den Literaturnachweisen Umgang genommen. Letztere sollen in der zusammenfassenden Schilderung der auf sämmtlichen vier Pfalzkreisblättern dargestellten geognostischen Verhältnisse ihre Berücksichtigung finden.

Erhebung und in die mehr verebnete, tiefer gelegene mittelhheinische Fläche. Das aus letzterer mit steilen Rändern sich erhebende Gebirge — die Haardt*) — bildet den nördlichsten Theil und den Abschluss der Vogesenkette. Es wird im Gegensatz zu dem südlichen, aus älteren Gesteinsbildungen bestehenden Zweig wohl auch Sandsteinvogesen genannt, weil seine Hauptmasse weitaus mit Schichten des Buntsandsteins aufgebaut ist. Ein dritter Landestheil der Pfalz — das westlicher Hinterland — berührt nur in der nordwestlichen Kartenecke auf eine kleine Strecke das vorliegende Gebiet.

Haardtgebirge.

Das hohe, waldige, von tiefen Thalrinnen durchzogene Bergland zieht sich im orographischen Sinn von den Saar- und Zorn-Quellen nördlich vom Breuschthale, nach den geotektonischen Verhältnissen beurtheilt, von der Zaberner Senke an im Elsass ohne Unterbrechung die Landesgrenze überschreitend, nordostwärts durch die Pfalz bis gegen den Donnersberg hin, wo dasselbe zwischen Grünstadt und Gölheim in eine sanfte Verflachung verläuft, ähnlich wie wir dies an den Rändern des Schwarz- und Odenwaldes wahrnehmen. Es wird schon dadurch eine gewisse innige Beziehung zwischen den grossen rechts- und linksmittelrheinischen Gebirgen angedeutet, die auch in der Aehnlichkeit ihrer Oberflächenbildung Bestätigung findet und keinen Zweifel übrig lässt, dass in einer früheren erdgeschichtlichen Zeit diese Gebirgszüge ein einheitliches geschlossenes Ganzes bildeten, welches erst später durch Niederbrüche und Ausnagungen längs der Rheinthalpalten getrennt und zerstückelt worden ist. Dadurch wird auch die Steilheit des Ostrandes unseres Haardtgebirges gegen die Rheinfläche bedingt, während nach Westen durch die westlicher Senke zwischen Homburg, Landstuhl und Grünstadt der Haupthöhenzug zwar abgegrenzt erscheint, aber doch durch Vermittelung eines zwischengelagerten Hügellandes sich an das ältere westpfälzische Hinterland anlehnt.

Die Hauptrichtung des Haardtgebirges ist eine in SW.—NO. ungefähr mit der Rheinthalfläche gleichlaufende. Da die Abgrenzung gegen das westliche Hinterland abweichend von dieser Richtung sich stark nach O. abbiegt und in das Rheinthal schief einschneidet, so erhält dadurch das Gebirge einen Dreieck-ähnlichen Umriss, dessen Grundlinie die südliche Landesgrenze, dessen Scheitel in der Nähe von Grünstadt liegt.

Dieser Form entsprechend, nimmt die Wasserscheide, wenn auch vielfach gewunden und abgelenkt, doch in der Hauptsache einen Verlauf, der vom SW. nach NO. beiläufig dem Rheinthal parallel gerichtet ist, von Bitsch her zwischen Eppenbrunn und Ludwigswinkel in die Pfalz eintritt, über den Eschkopf und die Frankenweide zum Stumpfwald und den Donnersberg verläuft. Dadurch scheidet sich der Lauf der Gewässer in einen östlich direkt zum Rhein gewendeten und in einen westlichen, z. Th. nordwestlichen, der

*) Es ist hier diese Schreibweise als die allgemeiner übliche und officiële beibehalten, obwohl Hart (Wald) richtiger sein dürfte.

unter Vermittelung von Blies und Nahe die Gewässer indirekt dem Rhein zuführt. Es ist bemerkenswerth, dass diese Wasserscheide nicht über den Scheitel der Haardt sich hinzieht; es sind die höchsten Berggipfel weiter ostwärts, vielfach sogar dicht an den Rheinthaland gerückt. Auch hierdurch verräth sich der frühere Zusammenhang mit den rechtsrheinischen Gebirgen unzweideutig. Die Wasserscheide entspricht mithin nicht einer Sattellinie, sondern grossentheils nur einer Folge von Lagerungsstörungen, Abnagungen und Ausfurchungen der Sandsteinschichten. Dieses Verhältniss trägt viel dazu bei, dass der Abfall zur Rheinfläche ein sehr hoher ist, während das Gebirge gegen NW. nur nach und nach sich niedersenkt. Es ergibt sich dies deutlich, wenn man die durchschnittliche Höhe der dem Ostrande zunächst gelegenen Bergkuppen mit jenen des nachbarlich angeschlossenen Hügellandes (nicht der Rheinthalebene) vergleicht. Jene beträgt ungefähr 550 m Meereshöhe, diese 200 m; es besteht hier mithin auf kurze Entfernung ein Absturz von 350 m, während am Nordwestrande des Gebirgs die höheren Theile desselben nur zu 430 m sich erheben und die benachbarten vorgelagerten Höhenzüge 300 m wachsen, mithin der Abfall hier nur 130 m erreicht. Aus diesem Verhältniss und der Thatsache, dass die höchste Erhebung des Haardtgebirges dem Ostrande sehr nahe sich hinzieht, erklärt es sich auch, dass die Thäler und Thälchen, die nach der Rheinseite den Gewässern zum Rinnsal dienen, viel tiefer in das Gebirgsmassiv eingeschnitten sind als jene, welche west- und nordwestwärts zum Abflussgebiet der Blies und Nahe gehören.

Verfolgen wir die Wasser-scheidende Linie von S. nach N. hin, so zieht sich diese von ihrem Eintritt in das Pfälzer Gebiet vom Erlenkopferhof (395 m) über Ketterichhof (459 m), die Strassenhöhe zwischen Kaltenbach und Ruppertsweiler (288 m), den Grafenstein bei Merzalben (488 m), den Sattelpunkt bei Leimen (513 m), den Eschkopf (610 m) als höchsten Punkt, dann über Johanniskreuz (472 m), den Sattelpunkt bei Mölschbach (480 m), Harterkopf bei Waldleiningen (453 m), die Strassenhöhe zwischen Hochspeyer und Kaiserslautern (305 m), den Queilersberg (390 m), Altenhof (293 m) und nach dem Stumpfwald (436 m). Westlich von dieser Wasserscheide liegen nur wenige Höhen, welche über 500 m messen, wie z. B. der Ringelsberg bei Merzalben (525 m), der Hahnenberg (515 m), die Grafensteiner Waldhöhe (533 m); die meisten Gipfelpunkte halten sich hier zwischen 430 und 475 m. Dagegen sind die Berggipfel östlich der Wasserscheide, welche 500 m überragen und nahezu 700 m Höhe (Gr. Kalmit 683 m) erreichen, sehr zahlreich und, wie schon erwähnt wurde, nicht in der Nähe dieser Linie am beträchtlichsten hoch, sondern sie sind ganz nahe am östlichen Gebirgsrande gelagert. Es genügt einige wenige derselben namhaft zu machen, wie z. B. in der Richtung von S. nach N. fortlaufend Wegelsberg (574 m), Derstenberg (560 m), Rehberg (579 m), Trifels (494 m), Orensberg (581 m), Rossberg (633 m), Teufelsberg (603 m), Kesselberg (662 m), Gr. Kalmit (683 m), Stoppelkopf (567 m), Drachenfels (571 m), Rahnfels (515 m), Peterskopf (500 m). Die höchsten Erhebungen concentriren sich auf einen kleinen Theil des Gebirgs zwischen Annweiler, Neustadt, Elmstein und Merzalben, in dem zahlreiche Berge über

600 m aufragen und der Eschkopf (612 m) als der eigentliche Mittelpunkt des ganzen Haardtgebirges sich heraushebt. Aus seiner nächsten Umgebung fliessen nach den vier Himmelsgegenden Quellbäche, die im Speyerbach, in der Queich und im Schwarzbach sich sammeln. Da dieses Gebirgsmassiv von sehr zahlreichen tiefen Thalfurchen durchzogen ist, so bilden sich dadurch stark contrastirende und eigenthümliche Oberflächenformen aus, welche wegen ihrer pittoresken, ruinenartigen Ausgestaltung, wie z. B. im berühmten Dahner und Annweiler Thal um so mehr zu den landschaftlichen Reizen des Haardtgebirges beitragen, als auch viele dieser wunderbar geformten Felskuppen noch von aufragenden Schlossruinen gekrönt sind. Solche sonderbar geformte Felsruinen erweisen sich, wie dies später ausführlicher dargelegt werden soll, als das Erzeugniss der vereinigten Einwirkung von Abnagung und nach bestimmten Richtungen meist parallel verlaufender Zerklüftung, durch welche aus den abwechselnd weicheren und härteren Sandsteinlagen die oft kühn übereinander gestellten mauerähnlichen Pfeiler, Zinnen und Wände herausgeschnitten worden sind.

Die meisten grösseren Thäler sind in ihrem unteren Lauf gegen die zunächst benachbarten Berge gegen 300 m und selbst in den oberen Theilen noch gegen 200 m eingetieft, wo sie endlich in ungemein zahlreiche, vorherrschend wasserarme Quelladern und Wasserfurchen sich verzweigen. Ihr Gefälle innerhalb des Gebirgs ist meist sehr stark und beträgt bis 0,5 %. Dabei macht sich bei den zum Rhein direkt gewendeten Thälern die That-sache bemerkbar, dass ihr Austrittspunkt aus dem Gebirge um so tiefer liegt, je weiter nach Norden die Bäche in die Rheinfläche gelangen (Wieslauter bei Schweigen 165, Queich bei Albersweiler 158, Speyerbach bei Neustadt 135, Isenach bei Dürkheim 130, Eisbach bei Asselheim 120 m). Auf der Nord-westseite halten sich die wenigen hier den Bergen entquellenden Bäche alle auf fast gleicher Höhe von 225—250 m.

Abgesehen von der Sauer, welche südwärts in das elsässische Gebiet gerichtet ist, sind als die bedeutendsten dem Rhein direkt zugewendeten Bäche und Flösschen hervorzuheben im Süden die Wieslauter, deren Quellbäche einestheils bei Merzalben, anderentheils bei Ketterichhof entspringen, dann die Queich mit ihren Quellpunkten bei Hauenstein und am Eschkopf, der Speyerbach, welcher sein Wasser aus Quellen nördlich von Eschkopf und bei Hochspeyer sammelt, die Isenach am hohen Bühl unfern Hertlingshausen entspringend und der Eisbach, welcher aus Quellen im Stumpfwald bei dem Langenthaler Hof entsteht. Auf der Nordwest- und Westseite reichen sowohl Alsenz mit ihrem Quellpunkte bei Alsenborn, wie die Glanlauter, welche oberhalb Lauterspring ihren Anfang nimmt, nur wenig in das eigentliche Haardtgebirge hinein und der Glan berührt nur den Fuss des Gebirgs in der Waldmohr—Landstuhler-Niederung. Dagegen verzweigt sich der wasserreiche Zufluss zur Blies, der Schwarzbach (Erbach) in ungemein zahlreichen Adern gegen das Innerste des Gebirgs hinein bis zum Eschkopf und gewinnt unter allen Gewässern des Gebirgs das weitaus grösste Sammelgebiet. Bemerkenswerth ist, dass viele dieser Quellbäche die Bezeichnung Alb führen, wie Fels-, Wahl-, Rad-, Stein-, Moos-Alb. Das Wasser aller der dem Bunt-

sandsteingebiet entspringenden Quellen ist sehr weich, fast chemisch rein im Gegensatz zu jenem der Muschelkalkhöhen, welches durchweg kalkhaltig sich erweist. Die Temperatur der Quellen am Ursprungsort ist die gleiche wie die mittlere Jahrestemperatur der Luft am gleichen Orte. Die noch salzföhrnden Quellen bei Dürkheim steigen am Abruchsrande des Gebirgs aus der Tiefe empor und lassen sich nicht als ein eigentliches Zubehör zum Haardtgebirge betrachten.

Denkt man sich nun alle die Höhen der Berge und alle die Eintiefungen der Thäler und Thälchen ausgeglichen und das Ganze zu einer ununterbrochenen Felsmasse vereinigt, so würde man ein Gebirgsmassiv erhalten, dessen mittlere Höhe ungefähr 350 m beträgt.

Rheinfläche.

Zwischen Basel und Mainz dehnt sich auf eine Länge von 300 km und in einer mittleren Breite von 35 km eine im Verhältniss zu den an beiden Rändern parallel verlaufenden, rechts- und linksseitigen Gebirgen und Höhenzügen verflachte Landschaft aus, durch welche der Rhein seine am tiefsten liegende, verhältnissmässig schmale Stromrinne ausgefurcht hat. Die durch Einsenkungen und Niederbrüche zwischen den beiderseitigen mittelhheinischen Gebirgen anfänglich tiefe, Spalten-artige Bucht wurde nach und nach durch jüngere und jüngste Ablagerung stufenweise wieder aufgefüllt und verebnet. Dadurch bildet sich ein terrassenförmiger Aufbau an den Rändern der Rheinfläche heraus, welcher der Hauptsache nach in drei, dem Gebirgsrande nahezu parallel verlaufende, gegen letzteren ansteigende Zonen von wechselnder Breite sich hinzieht.

Die tiefstgelegene Zone ist die des Rheinlaufs und seines Ueberschwemmungsbezirks, das eigentliche alluviale Rheinthal im engeren Sinn. Der Rhein selbst tritt bei Neuburg mit 105 m Meereshöhe in die Pfalz ein und verlässt dieselbe am Schleussenhaus bei Roxheim mit 71 m. Der zunächst dem Strom angeschlossene Tieflandwall von Altwässern und oft überflutheten Niederungen mit durchschnittlich 600 m Breite auf Pfälzer Seite hält sich im Mittel auf 100 m Höhe. Doch greift diese Niederung mehrfach weiter hinaus, sodass das nächstliegende Kulturland durch Dämme vor Ueberfluthungen geschützt werden muss.

Mit einem 3—15 m höheren, oft mauerartig aufsteigenden Steilrand beginnt die zweite Flachlandszone sich vom Alluvialboden zu erheben. Es ist dies die fruchtbare, meist von tiefgründigem Lehm (Löss) bedeckte Landschaft, die man als eigentliche Rheinebene bezeichnen kann. Mit sanftem Ansteigen gegen den Gebirgsfuss erhebt sie sich von durchschnittlich 100 m am Rheinthalrande allmählich bis zu beiläufig 200 m im Westen, wo sie ohne scharfe Abgrenzung in das hügelige Vorland des Haardtgebirges übergeht. Ihre mittlere Höhe ist auf 150 m zu veranschlagen.

Die dritte Zone der Rheinfläche schliesst sich zunächst an den Steilrand des Haardtgebirges in Form von stark welligen, meist langgestreckten, vielfach zerschnittenen und z. Th. hoch am Gebirgsfuss emporragenden Vor-

bergen und Hügeln, die sich rebenbekränzt als vorderpfälzisches Hügelland vom waldigen Gebirge und der saatenreichen Rheinebene ziemlich scharf abheben.

Dieses hügelige Gelände beginnt im Süden bei Weissenburg rasch aus der Bienwaldsverebnung (135) zu den Höhen von Schweigen (195 m) und Rechtenbach (217 m) anzusteigen und nimmt strichweise, indem ältere, oft steil aufgerichtete Gesteinsschichten an dessen Aufbau theilnehmen, zunächst am Steilrande der Haardt eine riffähnliche Form an.

Aus der Gegend von Weissenburg erstreckt sich dieser Höhenzug, dicht an den Gebirgsschultern angeschmiegt und nur durch die querlaufenden Thaleinschnitte unterbrochen in meist schmalem Strich bis in die Gegend von Grünstadt, wo derselbe sich um das Nordende der Haardt umbiegend und bis zum Rand des älteren Hinterlandes ausbreitend in einer beträchtlichen Höhe erreichenden und bis zum Rheinthal vordringenden kuppigen Hügelgruppe — das pfälzisch-hessische Hügelland — bis Mainz sich fortsetzt.

Auf dem Blatt Speyer gehört diesem Höhenzug der Geissberg bei Weissenburg im Elsass (243), der Wachholderberg bei Rechtenbach (217), dann weit in die Ebene vorspringend die kleine Kalmit bei Arzheim (269), ferner die Kuppen bei Frankweiler und Burrweiler (243 und 278), der Hahnenbühl bei Forst (187) u. s. w. an.

Werfen wir einen Blick auf die Rheinfläche als Ganzes, so zeigt sich, dass dieselbe von allen den Flüssen, welche aus den hohen Sandsteinbergen der Haardt ostwärts zum Rhein sich herabziehen, durchquert wird. Diese schlagen dabei meist eine der allgemeinen Senkung des Rheinthals folgende etwas nach Norden abgelenkte Richtung ein, wodurch die Ebene zwischen diesen Thaleinschnitten in sanft nordwärts gekrümmte Höhenrücken zerschnitten erscheint. Doch stimmt ihre Richtung nicht immer mit dem gegenwärtigen Verlauf der Täler überein, weil die Flüsse, nachdem sie in die Hochfläche herausgetreten sind, im Laufe der Zeit durch Aufschüttungen oder Durchbrüche ihr Bett verlegt oder selbst sich verzweigt haben. Ersteres ist beispielshalber bei der Wieslauter der Fall, welche einst von Weissenburg über Schaidt nördlich vom Bienwald zum Rhein abfloss, letzteres bei dem Speyerbach, welcher sich unterhalb Neustadt in den Rehbach und jetzt noch bestehenden Speyerbach vergabelt hat.

Geologischer Ueberblick.

Schon die kurze Schilderung der topographischen Verhältnisse des Pfälzer Gebiets und die Bezeichnung des Haardtgebirgs als unmittelbare Fortsetzung der Hochvogesen weisen darauf hin, dass auch in geologischer Beziehung ein inniger Zusammenhang zunächst zwischen den beiden Abschnitten des linksrheinischen Gebirges besteht.

Die Hochvogesen werden der Hauptsache nach von archaischen Gesteinen, Granit und Gneiss, dann von Thonschiefer und Quarzitschichten unbestimmten Alters, ferner von Devon- und Kulmschichten, denen sich in be-

schränkter Verbreitung Karbon- und Steinkohlegebirgsablagerungen, sowie Rothliegendes anschliessen, aufgebaut. Diese ältesten Gesteinsbildungen senken sich in nördlicher Richtung mehr und mehr ein und werden schon in dem Breuschthalgebiete von rothem Sandstein — sog. Bunt- oder Vogesen-sandstein — bedeckt, verhüllt und dem Auge des Beobachters fast völlig entzogen. Doch ist es nicht zweifelhaft, dass im tieferen und tiefsten Untergrunde dieser nördlichen Fortsetzung des Gebirgs, in den sog. Sandsteinvogesen, auch jenseits der Zaberner Senke die älteren Gesteinsbildungen als Kern und gleichsam als festes Gerüste weiter nordwärts fortziehen. Einen thatsächlichen Beweis für diese Annahme finden wir in dem Vorkommen von Granit bei Niederbronn, wo derselbe in dem tiefen Thaleinschnitt als ältestes Untergrundsgestein zu Tag blossgelegt ist.

Grundgebirge.

Dass diese, eine unterirdische Gebirgskette bildende Gruppe von ältesten Gesteinen auch noch weiter in dem Sandsteingebirge der Pfalz fortsetzt, dafür liefern die zahlreichen, am steilen Gebirgsrande und in tiefen Thaleinschnitten durch Ausnagungen entblössten und zu Tag anstehenden Gesteinsbildungen von dem Typus jener der Hochvogesen den vollgültigen Beweis. Schon im äussersten Süden im Wieslauterthal bei Weissenburg (Weiler) tauchen auf beiden Thalseiten ältere Thonschiefer, die jenen der Südvogesen ähnlich sind, auf; sie werden hier von Gangmassen (Kersantit) durchsetzt und zunächst von Rothliegendem umhüllt, um dann nordwärts dem mächtigen Stock des Sandsteingebirges als Unterlage zu dienen. Solche Aufbrüche und Entblössungen älterer Felsmassen von Granit, Gneiss, Kersantit, Melaphyr, Porphyry und Rothliegendem wiederholen sich nun längs des Gebirgsrandes oft in ansehnlicher Verbreitung in fast allen tieferen Thaleinschnitten bis nach Dürkheim hinab, wo Thonschiefer und Grauwacke noch in einem Bohrloch nach Soole bis 295 m aufgeschlossen wurden. Damit ist die Fortsetzung des Vogesenkerngesteins im Haardtgebirge ausser Zweifel gestellt und man darf wohl annehmen, dass dasselbe nicht bloss am Abbruch gegen die Rheinfläche zum Vorschein kommt, sondern ein fortlaufendes festes Gerippe im Sandsteingebirge selbst ausmacht. Zugleich aber wird durch dieses merkwürdige Auftauchen von älteren Vogesengesteinen auch der Zusammenhang dieses Gebirgsabschnittes mit dem rechtsrheinischen Odenwald, wie dies schon aus den topographischen Verhältnissen gefolgert wurde, bestätigt. Findet sich doch selbst noch dicht am Rheinthalufer bei Nierstein Rothliegendes entwickelt, dessen Auftreten an dieser Stelle eine Brücke bildet zu den nahe gelegenen gleichalterigen Ablagerungen im Odenwalde.

Permbildungen.

Sehen wir zunächst ab von den krystallinen Urgebirgsfelsarten, dem Granit und Gneiss, welche in beschränkterer Weise entblösst sind, wie von den wahrscheinlich paläolithischen Thonschiefer- und Grauwackenschichten, sowie den älteren Kersantit-artigen Durchbruchgesteinen, so sind

es die Ablagerungen des oberen Rothliegenden, welche mit den sie begleitenden Melaphyren und Porphyren in den Aufschlüssen am Rande des Gebirges und in den Thaleinschnitten bis tief in den Hauptstock der Haardt sich verbreitet zeigen. Sie liegen hier direkt auf dem oben genannten Grundstockgestein, ohne dass ältere Schichten des Karbons oder der unteren Permstufe und selbst nicht einmal Lebacher Schichten darunter sich vorfinden, welche doch im W. und NW. der Haardt so mächtig und ausgedehnt verbreitet sind. Es scheint dies zu beweisen, dass der aus älterem Gestein bestehende Kern des Gebirges vor Ablagerung des oberen Rothliegenden hoch genug emporragte, um einen Absatz von Karbon- und unterpermischem Material auf der Ostseite des alten Riffs hintanzuhalten, wie dies auch im Odenwald und Spessart der Fall ist. Dieser frühere Zusammenhang mit dem rechtsrheinischen Gebirge findet eine weitere Bestätigung in der Thatsache, dass der auf das obere Rothliegende unmittelbar folgende Zechstein vom Odenwaldgebiet, wo er in SW. Richtung noch im Schlossgraben von Heidelberg bekannt ist, herüber in das Haardtgebirge reicht und mit seinen charakteristischen organischen Einschlüssen bis in die Gegend von Annweiler verfolgt werden kann. Es ist wahrscheinlich, dass er in Form gelber dolomitischer Einlagerungen noch weiter nach S. bis in das Elsass fortstreicht. Wenn sich demnach eine Aenderung in der relativen Höhenlage zwischen dem karbonischen und postkarbonischen Westrich und dem Haardt-Grundgebirge vor Ablagerung des Rothliegenden voraussetzen lässt, so tritt nunmehr nach Absatz des letzteren eine lang andauernde Periode ruhig vor sich gehender Gesteinsniederschläge wenigstens nach O. und SO. unseres Gebiets ein, höchstens dass noch schwache Nachzuckungen gegen W. hin am westlicher Gebirgsrande stattfanden.

Buntsandstein.

Es folgt nämlich auf die Ablagerungen der jüngsten Permschichten, des oberen Rothliegenden und Zechsteins, jene des fast ausschliesslich sandigen Niederschlags in grossartiger, bis gegen 500 m betragender Mächtigkeit, welche man im Ganzen als das System des Buntsandsteins bezeichnet und aus welchem nahezu ausschliesslich das Massiv der Sandsteinvogesen und mithin auch das unseres Haardtgebirges aufgebaut ist. Es sei hier einschaltend bemerkt, dass der Buntsandstein mit dem ihm auflagernden Muschelkalk und dem auf letzteren folgenden Keuper als ein grösseres geologisches Ganze zusammengefasst als untere Systemgruppe der mesolithischen oder sekundären Periode oder Trias bezeichnet wird. An der Grenze nun, wo die obersten Lagen des permischen Systems unmittelbar von den untersten des Buntsandsteins überdeckt werden, zeigt sich, wenigstens an der Ostseite des Gebirgs nicht nur eine vollständig gleichförmige Aufeinanderfolge der Gesteinsschichten, sondern auch eine so grosse Aehnlichkeit in der petrographischen Beschaffenheit — abgesehen von der eigentlichen Zechsteinbank — dass es recht schwierig ist, hier eine scharfe Grenze zwischen den beiden Schichtensystemen zu ziehen. Es hat in diesem Gebiete eine ruhig fortschreitende, ununterbrochene Niederschlagsarbeit stattgefunden, welche aller-

dings mit raschem Uebergang durch Zunahme der sandigen Beschaffenheit des Absatzmaterials von sandig thonigen, dünngeschichteten, intensiv eisenrothen Schieferlagen (Leberschiefer) zur Bildung jener mächtigen Sandsteinbänke übergang, aus welchen das Haardtgebirge seinen Hauptmassen nach besteht.

Mit dieser Buntsandsteinbildung haben wir uns bei Schilderung des vorliegenden Blattes Speyer hauptsächlich zu befassen, wesshalb es erforderlich erscheint, vorerst im Allgemeinen auf die Beschreibung ihrer Gesteinsbeschaffenheit und Schichtengliederung hier näher einzugehen.

Wenn wir das permische System mit dem erwähnten Zechsteinlager nach oben abgrenzen und darüber das System des Buntsandsteines seinen Anfang nehmen lassen, so stellen sich zunächst als unterste Schichten des letzteren am Ostrande der Haardt intensiv braunrothe lettige, den unter dem Zechstein ausgebildeten Schichten (Röthelschiefer) sehr ähnliche, z. Th. sandige Schiefer (Leberschiefer) mit vielen hellen, meist grünlich gefärbten runden Flecken ein, welche nach oben mit zunehmend sandigeren, dabei dünn-schiefrigen Lagen wechseln und endlich in einen grossbankigen geröllfreien glimmerführenden, oft von wurzelähnlichen, grellrothen Adern vertikal durchzogenen Sandstein von rother, oft blauroth gestreifter, gelber und weisslicher Färbung (Annweiler oder Leisbühler Bausandstein, südliche Facies) übergehen. Festere Bänke desselben werden als Baumaterial verwendet und in mehreren Steinbrüchen gewonnen. Nicht selten stellen sich auch Manganbutzen ein, welche dem Gestein ein braungeflecktes Aussehen verleihen (Tigersandstein). Im NW. und W. der Haardt verlieren diese Sandsteine ihren festeren Zusammenhalt, es treten dafür lockere, ähnlich gefärbte Sande, sog. Schweiss- oder Formsande in Begleitung von lockeren Gerölllagen und Conglomeraten (Staufer Conglomerat) auf, welche sich hier am Rande des älteren Gebirges aus aufgewühltem Untergrunde unter der Mitwirkung brandender Fluthen abgesetzt haben, und schwach diskordant über dem unebenen Boden des Rothliegenden ausgebreitet sind (nördliche Facies oder Staufer Schichten). Vielfach kommen in dieser Region auch Sandeisenstein in Lagern, Adern und Butzen ausgeschiedene, sowie gelbe dolomitische Geoden und stellenweise (Bexbach, Mehlbach) Ausscheidungen von Schwerspath und Butzen von Manganerz vor. Diese tiefsten, beiläufig 50—70 m mächtigen Lagen des Buntsandsteins bis zu einer darauf folgenden Rollsteinbank, die sich durch das Vorkommen von Urgesteins- und Porphyrgeschieben (buntgemengtes, sog. Eck'sches Conglomerat im Schwarzwald) auszeichnet, lassen sich als älteste und unterste Stufe des Systems, d. h. als unterer Buntsandstein (b¹ der Karte) von den höheren Bänken abtrennen. Ihre obersten Lagen sind meist thonreich, undurchlässig und bilden einen Wasserhorizont, auf dem zahlreiche Quellen zu Tage treten.

Die Hauptmasse des Haardtgebirges und der Sandsteinvogesen überhaupt baut sich über dieser ersten tiefsten Stufe aus Sandsteinbänken auf, welche mehr oder weniger verfestigt, mit untergeordneten, sandig-thonigen und an Geröll reichen Zwischenmitteln wechselnd, in zahllosen Einzellagen in einer Mächtigkeit von 400 m sich übereinander aufthürmen. Man bezeichnet

diesen Schichtencomplex namentlich im Elsass Vogesensandstein und im Allgemeinen als Hauptbuntsandstein. Die festeren Bänke bestehen weit überwiegend aus abgerollten z. Th. facettirten und mit einem dünnen, thonigen Rotheisenerz oder mit Kieselrinde überzogenen Quarzkörnchen, die theils nur lose aneinander geklebt, theils durch ein eisenthoniges, oder kieseliges Bindemittel zu einem festeren Gestein verkittet sind. Letzteres wird an vielen Stellen als Baumaterial in grossen Steinbrüchen gewonnen. Weitaus ist die vorherrschende Farbe ein blasses Eisenroth. Häufig treten wechselnd hellere oder dunklere weissliche, grünliche oder gelbliche Streifen und Flecken hinzu, welche dem Gestein ein buntes Aussehen verleihen. Daher die Bezeichnung „Buntsandstein“. Mehr untergeordnet sind in Kaolin z. Th. zersetzte Feldspathkörnchen und sehr spärliche Blättchen von weissem Glimmer beigemengt. Dazu gesellen sich auch in dieser Region bankweise braune Zapfen, von Manganerzausscheidungen erzeugt, — sog. Tigersandsteine — und oft netzförmig verzweigte Adern, Butzen und Lager von Sandeisenerz. Viel häufiger noch sind nierenförmige Knollen oder Linsen von eisenrothem Thon, sog. Thongallen der Steinbrecher, sowie ei- bis faustgrosse Gerölle von harter quarzitischer und grauwackenartiger Beschaffenheit und weissliche Quarzkiesel in dem Sandstein eingestreut oder lagerartig angehäuft, wie dies in einzelnen Schichten, namentlich in dem sog. Hauptconglomerat, einem geröllreichen Sandsteinlager an der oberen Grenze des Hauptbuntsandsteins und in den Conglomeratlagen der tiefen Schichten des oberen Buntsandsteins der Fall ist. In bestimmten Lagen — den sog. Kugelfelsen — stellen sich meist kugelig runde Concretionen ein, bei welchen Quarz das Kittmittel ausmacht. Durch Auswitterung der Thongallen entstehen glattwandige Hohlräume, welche, wenn sie häufiger sich einstellen, die bautechnische Benutzung wesentlich beeinträchtigen. Die Sandsteinbänke werden von sehr zahlreichen Spalten, sog. Lassen, durchzogen, welche meist so scharf und glatt sind, dass, wenn sie auf ein eingeschlossenes Rollstück treffen, letzteres entzwei spalten, als wäre es mit einem Rasirmesser durchschnitten. Ihre Richtung verläuft im Allgemeinen parallel mit jener der grossen Verwerfungsspalten, die wir später kennen lernen werden und in mehr oder weniger senkrecht darauf gerichteten Erstreckungen. Dadurch ist wesentlich die Ausformung der Felskämme und der einzelnen Höhenzüge bedingt, welche in auffallender Weise häufig in schmalen von SW. nach NO. verlaufenden Rücken sich hinziehen. Eine sehr bemerkenswerthe Erscheinung tritt uns am Gebirgsrande gegen die Rheinfläche entgegen, indem hier die sonst roth gefärbten Gesteine der verschiedensten Stufen fast durchweg in heller weisser oder gelblich weisser Färbung auftreten. Es ist dies eine Folge von nachträglich erfolgter Entfärbung oder Bleichung, welche sich hauptsächlich an den durch zahlreiche Spalten durchzogenen Gesteinsparthien des Gebirgsrandes vollzogen hat, stellenweise sich ziemlich tief in das Gebirge erstreckt und, wie im Dürkheimer Thale, allmählich in die normale rothe Gesteinsfärbung verläuft. Die rothfärbende Substanz, das Eisenoxyd, ist in diesem Fall durch mächtige, in den Klüften circulirende und von diesen in das Nebengestein sich ausbreitende, wahrscheinlich kohlensäurehaltige Wasserströme desoxydirt und gebleicht oder

aufgelöst und fortgeführt worden, wie sich deutlich in der Zone gegen das Innere des Gebirgs hin zu erkennen giebt, in der die Ausbleichung nach und nach erlischt und das Gestein nur unmittelbar neben den Spalten auf geringe Entfernung entfärbt sich zeigt. Dieser Ausbleichung unterliegen alle die verschiedensten Stufen des Buntsandsteins, welche wir ohne weitere Unterscheidung durch die Bezeichnung als „Haardter Sandsteine“ hervorheben wollen.

In diesem 300—350 m mächtigen Schichtencomplex des Hauptbuntsandsteins mit seinen zahlreichen Sandsteinbänken lassen sich selbstverständlich nach der Zeit der Aufeinanderfolge der Ablagerung mehrere sich auszeichnende Stufen unterscheiden, die, wenn auch nicht von allgemeiner Bedeutung, doch für örtliche Verhältnisse des Haardtgebirges in Bezug auf Bodenbeschaffenheit, Vegetation, technische Benutzung zu Baumaterial, auch Quellenbildung u. s. w., so grosses Interesse gewinnen, dass sie nicht unbeachtet gelassen werden dürfen.

Lassen wir den unteren Buntsandstein bis zu der erwähnten buntgemengten Geröllbank reichen, so beginnt der mittlere, Hauptbuntsandstein oder Vogesensandstein mit dieser öfters locker, selten conglomeratartig verfestigten, meist halblockeren Gerölllage und grenzt sich nach oben gegen den oberen Buntsandstein wieder an einer Geröllbank ab, die sich streckenweise zu einem wirklichen Conglomerat (Hauptconglomerat) verfestigt zeigt. Die Rollstücke bestehen weit vorherrschend aus dunkelfarbigen, röthlichgrauen, oft grauwackenartigen Gesteinen oder unreinem Quarzit und sind durch sandig quarzige, eisenschüssige, nicht dolomitische oder chalcedonartige Bindemittel verbunden; ähnlich sind auch die darauffolgenden Conglomeratlagen des oberen Buntsandsteins in den Gegenden, wo sie entwickelt sind, beschaffen, so dass sie mit ersterem verwechselt werden können. Man kann den ganzen Schichtencomplex des Hauptbuntsandsteins in 3 Stufen gliedern, die untere oder Trifels-, die mittlere oder Rehberg- und die obere oder Trippstadt (Karlsthäl-) Stufe.

Die Trifelsstufe*) (b^{2a} der Karte) nimmt ihren Anfang über dem unteren Buntsandstein mit der aus wohl abgerundeten Geschieben von verschiedenartigen Felsarten, namentlich von Urgebirgsgesteinen, von Porphyr, Thonstein, weissem Quarz, Quarzphyllit und Quarzit zusammengesetzten Geröllbank, die, wie bereits erwähnt wurde, nur selten die Beschaffenheit eines festen Conglomerats besitzt. Damit verbinden sich in eine Gesamtmächtigkeit von beiläufig 10—15 m lockere, grobkörnige Sandsteine, welche in den nördlichen und nordwestlichen Gegenden spärlich Porphyrgerölle, noch seltener gneissartige Geschiebe führen und hier das oben erwähnte Gerölllager ersetzen. Höher nun folgen die meist in mächtigen Felsbänken ausgebildeten Hauptlagen dieser Stufe, 50—70 m mächtig. Es wechseln auch hier festere und weniger stark gebundene, mehr grob- als feinkörnige, im Sonnenlicht glitzernde Sandsteine, welche sehr häufig Anwachsstreifen zeigen und einzeln eingestreute Gerölle führen. An der Decke vorspringender unter-

*) Nach der berühmten Burgruine Trifels bei Annweiler genannt, welche auf hierher gehörigem Sandsteinfelsen aufgebaut ist.

höhlter Felsen kann man eigenthümliche gross pockennarbig vertiefte oder aderartig verlaufende Auswitterungsformen vorfinden. Vorherrschend sind die festeren, Felsen bildenden, z. Th. als Baustein (Kaiserslautern) brauchbaren und benützten Sandsteinbänke an dem Aufbau dieser Stufe betheilt, welche im Folge von Zerklüftung und Auswitterung die schon früher erwähnten burgruinenartigen pittoresken Formen angenommen haben und in grosser Manigfaltigkeit sich durch oft riffartig aufragende Bergrücken und Gipfel namentlich in SO. des Gebirgs (Dahn, Annweiler, Bergzabern) auszeichnen, in den nördlichen Gebirgstheilen dagegen, wo die Lagen weniger über die Oberfläche aufragen und von höheren Schichten bedeckt sind, in grossen über die Gehänge verstürzten Blöcke verwittert erscheinen. —

Die mittlere Hauptbuntsandstein- oder die Rehbergstufe*) (b^{2b} der Karte) bildet über einer schwachen, durch Abwitterung weicherer Zwischenschichten hervorgerufenen Verflachung, mit welcher häufig ein ausgezeichnete ergiebiger Quellenhorizont verknüpft ist, eine zweite durch mehrere sehr feste Sandsteinbänke veranlasste felsige Region von 70—100 m Gesamtmächtigkeit. Hierin zeichnen sich namentlich mächtige Lagen von vorherrschend feinkörnigen blass eisenrothen oder violettrothen Sandsteinen aus, die als vortreffliches Baumaterial in zahlreichen Steinbrüchen gewonnen werden. Auch in dem Verbreitungsgebiet dieser Abtheilung des Hauptbuntsandsteins machen sich da, wo die festeren Bänke die Höhen oder Bergkuppen erreichen und der Abwitterung ausgesetzt sind, pittoresk geformte Felsgebilde bemerkbar, die oft tischförmig aufragen oder gesimsartig an den Gehängen vorspringen. Gerölle sind im Ganzen spärlich verstreut, dagegen erweist es sich als eine fast durchgehende Erscheinung, dass die Sandsteine braun gefleckt sind und kleine eckige Hohlräume oft ziemlich reichlich enthalten, deren Wandungen von Manganerz bedeckt erscheinen**). Auf Schichtflächen zeigen sich zuweilen Austrocknungsrisse und auf Spalten Rindenüberzüge von Brauneisenerz und Psilomelan.

Mit der dritten oder Trippstadtstufe, welche im Ganzen 110 bis 130 m mächtig ist (b^{2c} der Karte), betreten wir eine zuerst wieder mehr verflachte Gebirgsregion, in deren Untergrund zunächst conglomeratartige ungefähr 30 m mächtige Lager darunter auch weiche, mittelkörnige, oft schiefrige, ziegelroth oder rothbraun gefärbte Sandsteine mit häufiger Anwachsstreifung lagern. Festere Bänke sind vereinzelt eingeschaltet. Erst über diesem Schichtencomplex gewinnen zahlreiche feste quarzitisches Sandsteine mit spärlichen Geröllen aus weissem Quarz und dunkel schmutzig rothen Quarziten und mit etwas weicheren Lagen wechselnd, das Uebergewicht, weshalb auch in dieser Region in Folge von Auswitterung an der Oberfläche sehr wunderlich ausgeformte Felsparthien z. B. im Karlsthal bei Trippstadt zum Vorschein kommen (15 m Mächtigkeit). Eine nicht seltene Erscheinung, namentlich in

*) Nach dem Rehberg bei Annweiler benannt, auf dessen kugelförmiger Spitze die typischen Schichten dieser Stufe anstehen und zur Entstehung einer auf ungewöhnlich hoher Lage entspringenden Quelle Veranlassung geben.

**) Deshalb werden diese Lagen wohl auch Pseudomorphosensandsteine genannt.

den oberen Lagen, sind kugelförmige Ausscheidungen, welche, wo sie häufiger sich vorfinden, zur Bezeichnung solcher Lagen als Kugelfelsen Veranlassung geben. In den thonigen, dünngeschichteten Zwischenlagen bemerkt man ziemlich häufig Austrocknungsrisse, Kriechspuren von Reptilien und Wellenfurchungen. In einem gewissen Niveau an der oberen Grenze stellen sich häufiger Gerölle ein, deren Anzahl so zunimmt, dass schliesslich eine sehr ausgezeichnete Kiesbank und, wenn die Rollstücke*) mehr oder weniger verkittet sind, strichweise ein Conglomerat (b^{2d} der Karte) daraus hervorgeht. Diese durch den Reichthum an Geröllen in auffallender Weise ausgezeichnete Region kennt man auch in den Vogesen und im Schwarzwald, wo sie als Hauptconglomerat bezeichnet wird, welchen Namen wir auch für die Pfalz anwenden, um die genaue geologische Parallele mit den benachbarten Gebirgen festzuhalten, obwohl sich solche conglomeratartige Bänke in dem Haardtgebirge hauptsächlich auf die Gegend von Pirmasens, Waldfischbach, gegen Dürkheim und Neuleinigen, in typischer Ausbildung bis 35 m mächtig, beschränken; sonst sind 5--10 m mächtige geröllreiche Sandsteinlagen an ihrer Stelle entwickelt, welche an vielen Orten in Folge von Verwitterung Kies zur Strassenbeschotterung (sog. Kieskaut) liefern.

Dieses oberste Glied des Hauptbuntsandsteins leitet uns hinüber zu einer im Haardtgebirge namentlich in seinen westlichen Theilen weitverbreiteten, stellenweise gleichfalls geröllreichen und stellenweise als Conglomerat entwickelten jüngeren Schichtenreihe. Dieses Conglomerat hat vielfach zu einer Verwechselung mit dem sog. Hauptconglomerat Veranlassung gegeben, lässt sich aber von letzterem dadurch leicht unterscheiden, dass es mit gelbem dolomitischen Material verbunden ist und Karneol*) häufig als Zwischenmasse und Einlagerung enthält. Auch stellt sich eine Beimengung von weissem Glimmer in grösserer Menge als charakteristisch ein. Strichweise sind aber diese Lagen auch mehr oder weniger geröllarm oder -frei, jedoch durch gelbe Dolomitknollen Manganbutzen und Hornstein-Ausscheidungen als zu demselben geologischen Horizont gehörig gekennzeichnet. Diese Ablagerung lässt auf eine geänderte Beschaffenheit der Gewässer, welchen diese Schichten ihren Ursprung verdanken, auf mächtige, die Geröllmassen führende Flutungen schliessen**). Es wird dieser Abschnitt in der Entwicklungsgeschichte des Buntsandsteins schon durch die geröllreichen Lagen des obersten Hauptbuntsandsteins als Uebergangsbildung eingeleitet und ist daher eine scharfe Scheidung in grösseren Strichen des Gebirgs schwierig vorzunehmen. Ueberblickt man aber das ganze Gebiet, so ergibt es sich doch als naturgemäss, mit diesen Dolomit und Hornstein führenden, meist mürben, durch eine streifenweise blauröthliche Färbung ausgezeichneten, an Glimmer reichen Sandstein-

*) Wir behalten diese Bezeichnung wegen ihrer allgemeinen Verwendung bei, obgleich dieses Kieselmineral aus einem Gemeng verschiedener Quarzvarietäten besteht.

**) Es wäre desshalb gerechtfertigt, die obere Abtheilung des Buntsandsteins schon mit dem Hauptconglomerat beginnen zu lassen. Um indessen eine Uebereinstimmung mit der Gliederung in anderen Verbreitungsgebieten zu erzielen, ist die oben angenommene Eintheilung beibehalten worden.

schichten eine neue Abtheilung des Systems — den oberen Buntsandstein — beginnen zu lassen.

In den Ablagerungen dieses jüngsten Gliedes des Systems giebt sich eine weitere dreifache Abstufung zu erkennen, nämlich eine untere (b^{3a} der Karte) gegen 50 m mächtige Stufe, die sog. Zwischenschichten und Carneol-schichten, eine mittlere, die Voltziensandsteinschichten, und eine obere Stufe oder die Röthschichten.

In der unteren Abtheilung betheiligen sich in den tieferen Lagen zunächst bis 1 m mächtige meist Glimmer führende Sandsteine und dünn-schichtige Lettenschiefer von tiefrother, bläulich violetter, gelblicher, oft gesprenkelter Färbung mit Geröllschmitzen und Einlagerungen von gelbem Dolomit in Bänken und Knollen, von sog. Karneolausscheidungen und Man-ganbutzen. Die thonige Beschaffenheit bewirkt, dass in dieser Region häufig Quellen, wenn auch nicht von grosser Ergiebigkeit, zu Tage treten.

Höher folgt das eigentliche sog. Carneolconglomerat, eine meist lockere 15—20 m mächtige Anhäufung von Rollstücken meist durchaus braun-rother dichter Quarzite, hellfarbiger Porphyre, seltener weisser Quarze und Peg-matite; besonders charakteristisch ist das Vorkommen durchsichtiger Quarze und von Höhlungen, welche durch Auswitterung von Schwefelkies in den Quarzitgeröllen entstanden sind. Auch Eindrücke in den Rollstücken zeigen hier sich häufig. Die bis 10 cm in der Länge messenden, meist eiförmigen Rollstücke zeigen theilweise seichte, zuweilen auch ziemlich tiefe Eindrücke, welche hier und da mit Gleitstreifen versehen sind. Dass diese Eindrücke nicht durch den Druck eines härteren Rollstücks in ein benachbartes, minder hartes, etwa durch Feuchtigkeit erweichtes entstanden sind, erweist sich un-zweideutig in Dünnschliffen, in welchen senkrecht zu der Fläche des Ein-drucks angeschnittene Glimmerblättchen sich befinden. Diese sind nicht etwa zusammengedrückt, gebogen und gefaltet, wie es sich zeigen müsste, wenn die Aushöhlung durch Druck entstanden wäre. Das Gleiche lässt sich auch gut an versteinerten Austernschalen mit Eindrücken wahrnehmen, bei welchen die Stäbchenschicht der Schalen an den Eindrücken keine Spur erlittener Zusammenpressung oder Stauchung in den Dünnschliffen zeigen. Statt Druck sind es Reibungs- und Ausschleifungsarbeiten des auf der Lager-stätte schwach, aber unendlich oft in zitternde Bewegung versetzten Materials. In den mittleren Lagen dieser Abtheilung stellen sich feinkörnige, dünnplattige, meist glimmerreiche Sandsteine, oft mit wulstigen Concretionen, ein. Durch Aufnahme von Rollsteinen wird ein Uebergang in das oben beschriebene Conglomerat vermittelt (25 m M.). Dickbankige Sandsteine von rother und blaurother Färbung werden strichweise nach oben von geröllreichen Lagen und von thonigen Schichten, welche Bänken von bröcklichem Dolomit beher-bergen, begleitet. Die thon- und glimmerärmeren, glitzernden, violettrothen, ziemlich festen, als Bausteine dienenden Sandsteine der oberen Lagen sind durch das Vorkommen rundlicher, meist mit Mangansand ausgefüllter, leicht auswitternder Butzen, Sandkugeln und Kriechspuren ausgezeichnet (25 m M.).

Diese normale Ausbildungsweise ist namentlich im W. und NW. des Gebirgs verbreitet, während das sog. Carneolconglomerat seine grösste Mächtig-

keit im S. und SW. erreicht, gegen N. und NO. aber in einen viele Gerölle führenden grobkörnigen Sandstein übergeht.

Eine mittlere Stufe wird von mehreren in dicken Bänken abgesonderten, z. Th. auch plattenförmigen, durchweg hellfarbigen, licht röthlichen, weissen, zuweilen gelblichen, oft buntgestreiften, feinkörnigen Sandsteinlagen gebildet, welche ein vortreffliches, fein zu bearbeitendes Baumaterial (Steinbrüche von Bubenhausen bei Zweibrücken) liefern und desshalb in zahlreichen Steinbrüchen aufgeschlossen sind. Diese Sandsteine umschliessen zahlreiche, meist mit einer Brauneisensteinrinde überzogene Pflanzenreste, namentlich Stammtheile und Zweige von Voltzien, wesshalb das Lager mit Recht als Voltziensandstein (b^{3b} der Karte) bezeichnet wird. Zwischen den Sandsteinbänken sind sehr häufig bunte, sehr feinthonige Lettenschiefer eingebettet, welche gleichfalls vortrefflich erhaltene Pflanzenreste beherbergen. Seltener stellen sich hier gelbliche, fein braungefleckte, dolomitische Zwischenlagen, erfüllt von Conchylien-Steinkernen, Fischzähnen und Saurierknochen ein.

Als dritte und oberste Stufe zeigt sich im Westen nur angedeutet, gegen Osten hin bis zu 3—5 m Mächtigkeit anschwellend das sog. Röth, ein vorherrschend grellrother, streifenweise weisslich und grünlich gefärbter Lettenschiefer, der nach oben gegen den Muschelkalk mit einer dolomitischen Bank — dem Grenzdolomit — abschliesst, im Westen meist ganz allmählich in den sog. Muschelsandstein verläuft.

Muschelkalk.

In fast allen Verbreitungsgebieten des Buntsandsteins folgt als Auflagerung auf letzteren ein System weit vorwaltend kalkiger Gesteinschichten. Diese mittlere Abtheilung der Trias — das sog. Muschelkalksystem — ist an der Zusammensetzung der Untergrundgesteine auch des Pfälzer Bodens und zwar in zwei getrennten Verbreitungsgebieten betheiligt. In der Bliesgegend dringt von Lothringen her eine buchtenartige Ausbreitung des Muschelkalks im SW. der Pfalz zwischen Blieskastel und Pirmasens über die Sickinger Höhe bis in die Gegend von Landstuhl vor und nimmt, bis auf Höhen von 450 m aufsteigend, Antheil am SW.-Abfall des Haardtgebirges, gewinnt aber in diesem Hauptverbreitungsgebiet an der Blies eine mehr selbstständige Stellung, die Bliesmuschelkalkplatte bildend. Auf das Blatt Speyer reichen von diesem Verbreitungsgebiete keine Muschelkalkschichten herein.

Dagegen streicht an der Westabdachung des Haardtgebirgs ein schmaler Streifen von Muschelkalk vom Elsass herein über Weissenburg mit Unterbrechungen bis Grünstadt fort. Hier am Bruchrande des Gebirgs ist er wesentlich an der Zusammensetzung von Schollen betheiligt, welche meist staffelförmig abgesenkt mit steilgestellten Schichten bis zu den der Haardt gegen die Rheinseite hin angeschlossenen Hügeln und Vorbergen sich niederziehen. Namentlich ist es auf Blatt Speyer die Umgegend von Bergzabern, in welcher solche Riff-ähnliche Muschelkalkausstriche sich bemerkbar machen. Auch bei Neustadt (Haardter Schlösschen) und bei Grünstadt tauchen die gleichen Schichten wieder auf.

Man gliedert die Gesamtmuschelkalkschichten*) in die untere oder Wellenkalk-, die mittlere oder Anhydrit- und in die obere oder Hauptmuschelkalk-Gruppe. Auch am Ostrande der Haardt, um zunächst dieses Verbreitungsgebiet in's Auge zu fassen, finden sich diese drei Abtheilungen entwickelt, aber, wenigstens in Bezug auf die untere Stufe, in einer zwar auch in der Bliesgegend herrschenden, sonst aber ungewöhnlichen Ausbildungsweise. Es tritt hier nämlich an die Stelle der mergelig kalkigen, auf den Schichtflächen wellig unebenen plattigen Schichten anderer Verbreitungsgebiete, des sog. unteren Wellenkalks, dolomitisch sandiges Material, welches Veranlassung gegeben hat, diese tieferen, 30—40 m mächtigen Lagen, welche dieser Stufe entsprechende Versteinerungen beherbergen, als Muschelsandstein (m^{1a} der Karte) zu bezeichnen. Derselbe beginnt unten über dem buntfarbigen Röth oder der Grenzdolomitbank mit gelblich-grauen, oft braungefleckten, dolomitischen Mergeln und Sandsteinen, welche durch dolomitisches Bindemittel gebunden sind. Untergeordnet treten in unverwittertem Zustande blaugraue, angewittert schmutzig hellgelbliche, feste Dolomitbänke hinzu. Eine an *Crinoideen*-Stielen reiche, dünne Lage bezeichnet ungefähr die untere Grenze wie eine graue, dünnplattige Kalkbank, voll von *Entrochus dubius*-Stielen, eine obere Abgrenzung gegen eine gegen 15—20 m mächtige Reihe mehr hellgrauer, plattiger, z. Th. schwach dolomitischer Kalke, bräunlicher Dolomitlagen und ebenblättriger Mergel als Vertreter des oberen Wellenkalks (m^{1b}). Auch sind hier dem fränkischen Schaumkalk vollständig gleichartige Bänkchen, kleinlückige, braungefleckte, blaugraue versteinerungsreiche (*Pecten discites*, *Gervillia costata*, *Myophoria cardissoides* u. a.) Schichten beigelegt. Während in den dolomitisch sandigen, tieferen Lagen als charakteristische organische Ueberreste unter anderen *Lima lineata*, *Gervillia socialis*, *Myophoria vulgaris* und *M. orbicularis*, selten *Pecten discites*, *Myalina vetusta*, *Terebratula vulgaris*, *Spiriferina fragilis*, vorkommen, stellen sich in den oberen kalkigen Bänken, die auch vielfach zu verschiedenen Zwecken in Steinbrüchen gewonnen werden, besonders häufig Steinkerne von *Myophoria orbicularis*, daneben *Modiola gibba*, *Pleuromya fassaensis*, *Terebratula vulgaris* u. s. w. ein. Solche Bänke von gelblichen Dolomit voll von *Myophoria orbicularis* bezeichnen die obere Grenze dieser Stufe.

Die mittlere oder Anhydritstufe (m^2) ist zwar deutlich, aber schwach durch buntfarbige dolomitische Mergel, dann durch gegen 30 m mächtige gelbe zellige Kalke und hellfarbige dolomitische Mergel vertreten. Wir gelangen daher im Schichtenaufbau rasch zu der oberen oder Hauptmuschelkalkstufe (m^0 der Karte) mit zahlreichen, z. Th. dicken Bänken von lichtgrauem Kalkstein, welche in grössern Steinbrüchen abgebaut werden. Auch Zwischenlagen von grauem Mergel fehlen hier nicht. Es lassen sich darin 2 Abtheilungen unterscheiden. Gleich über den hellfarbigen Mergelschichten der mittleren Stufe begegnen wir einer durch Hornsteineinschlüssen leicht kenntlichen Kalkbank, welcher dann Lagen voll von *Encriniten*-Stielen (*Encrinus liliiformis*), sog. Trochitenkalke, (18—20 m) folgen. Bekannt

*) Eine eingehendere Behandlung dieses Systems bleibt den Erläuterungen zu Blatt Zweibrücken vorbehalten.

sind besonders die früher durch Steinbrüche aufgeschlossenen Kalkbänke bei dem Haardter Schlösschen, wo wohlerhaltene Kronen dieses *Crinoideen* gefunden wurden (m^{3a}). Als die oberste Abtheilung des Hauptmuschelkalks (m^{3b}) zeigt sich auch in der Pfalz, wie sonst, eine Reihe nicht dicker plattiger Bänke von lichtgrauem dichten Kalk mit ebenen Schichtflächen und schwachen Zwischenlagen von Mergel. Eine sehr charakteristische hierin häufig eingeschlossene Versteinerung, der *Ceratites nodosus*, dessen Reste allerdings schon im Trochitenkalk, aber sehr vereinzelt, sich finden, hat diesen Lagen die Bezeichnung Nodosenkalk verliehen. Auch andere organische Ueberreste stellen sich in den allerdings nur selten gut aufgeschlossenen Schichten ein z. B. *Terebratula vulgaris*, *Ostrea subanomia*, *Corbula gregaria*, *Gervillia costata*, *Pecten discites*, *Lima striata*, *Myophoria vulgaris*, *M. laevigata*, *Goldfussi*, *Myalina vetusta* u. s. w. Ob noch höhere, den *Trigonodus*-Kalken entsprechende Lagen entwickelt sind, lässt sich bei den sehr selten gebotenen Entblössungen nicht sicher ermitteln. Dagegen konnten trotz der sehr beschränkten Verbreitung noch zahlreiche Glieder des oberen Triassystems nachgewiesen werden, nämlich:

Keuper.

Dieses in Franken, Schwaben und Lothringen so weit ausgedehnte und mächtige Schichtensystem theiligt sich in der Pfalz nur als schmale Streifen in den Hügeln, welche dem Gebirge zwischen Bergzabern und Frankweiler bei Landau vorliegen, an der Zusammensetzung des Untergrundes. In den Kästendellthälchen bei Siebeldingen, wo Spuren von Kohlen Veranlassung zu Bergbauversuchen gegeben haben, wurden zuerst zum Keuper gehörige grünlich-graue Sandsteine und Schieferthone aufgefunden und als solche erkannt. Von da an breiten sich diese Ablagerungen auf der Nordseite des Queichthals gegen St. Johann zu aus und folgen aber auch südwärts am Gebirgsrande dem Muschelkalkzuge gegen Bergzabern hin bis in das Elsass. Es sind hier immer nur abgebrochene Schollen, welche bis zu Tag ausstreichen und in denen man da oder dort als Glieder des Keupers sowohl Lettenkohlschichten (l_{kp}) mit dem Grenzdolomit, als auch dunkelgraue, röthliche und grünliche Letten- und Mergelschiefer mit Zwischenlagen von Steinmergelplatten des unteren Gypskeupers (kp^1) (12—15 m) findet. Darüber legen sich ferner Bänkchen eines dem Schilfsandstein (kp^2) entsprechenden weichen, grauen, röthlich gestreiften und gefleckten glimmerführenden Sandsteins, über welchen etwa 20 m mächtige, vorherrschend intensiv rothe Lettenschiefer, dünngeschichtete Sandsteinlagen mit Abdrücken von Steinsalzwürfeln und Steinmergelbänkchen, den Lehrberglagen Frankens (kp^3) vergleichbar, folgen. Soweit die Aufschlüsse erkennen lassen, bilden schliesslich rothe und graue Letten- und Mergelschichten mit mehreren, versteinierungsführenden Steinmergelbänkchen (*Avicula gansingensis*, *Perna keuperina*, *Corbula* sp., *Natica* sp.), im Ganzen etwa 25 m mächtig, das Schlussglied des Keupers (kp^4), dem in diesem sehr beschränkten Verbreitungsgebiet noch höhere Glieder fehlen.

Lias.

In nächster Nähe des Vorkommens von Keuperablagerungen trifft man oberhalb der Ziegelhütte zwischen Siebeldingen und Albersweiler aus den Weinbergrodungen herausgegrabene zahlreiche dunkelgraue, mergelige Kalkbruchstücke, welche sich durch mannichfache Versteinerungen als zugehörig zum Lias zu erkennen geben. Diese organischen Ueberreste weisen auf verschiedene Liasschichten hin und zwar sind sowohl solche vorhanden, welche die tiefste Stufe des Liassystems charakterisiren wie *Ammonites (Psiloceras) Johnstoni*, *Belemnites acutus*, *Unicardium cardissoides*, *Lima gigantea*, *Gryphaea arcuata*, *Pentacrinus tuberculatus* u. a. (Gryphitenkalk l¹), als auch solche der mittleren Liasstufe (Margaritatusschichten l²), wie *Ammonites (Amaltheus) margaritatus*, *A. (Arietites) kridion*, *Belemnites clavatus*, *Pecten textorius*, *Leda subovalis*, *Gresslya liasina*, *Pleurotomaria helicinoides*, *Rhynchonella variabilis* u. a. Ob auch Schichten der oberen Liasstufe entwickelt sind, ist zweifelhaft, da das Vorkommen von *Monotis substriata*, welche sonst dieser Abtheilung angehört, nicht sicher gestellt ist. Leider ist ein Aufschluss, welcher die Mächtigkeit dieser hier ganz unerwartet auftauchenden jurassischen Ablagerungen zu bestimmen ermöglichte, nicht vorhanden. Wir werden später nachzuweisen versuchen, dass die Lias- wie Keuperbildungen an der Queich als ein äusserster westlicher Ausläufer der rechtsrheinischen Kraichgaumulde, die bei Langenbrücken an den Rheinthalandrand tritt, zu betrachten sind.

Noch jüngere jurassische Schichten, Dogger und Malm, sind, obgleich solche im oberen und mittleren Elsass am östlichen Vogesenrande in den Vorbergen zum Vorschein kommen, bis jetzt in der Pfalz nicht ermittelt worden. Erst in der Diluvialzeit entstanden innerhalb des Gebirgsmassivs auf Hochuferterrassen der inzwischen ausgenagten Thaleinschnitte Absätze von angeschwemmtem, aus dem Sandstein ausgewaschenem Geröll und grobem Sand, welche oben meist von einer gelbbraunen Lehmlage bedeckt sind. Dabei ist bemerkenswerth, dass von Süden her bis zum Speyerbach ein Eindringen von aus der Rheinfläche in die Thalungen des Gebirgsstockes verfrachtetem Material nirgends beobachtet wurde. Erst weiter nördlich breiten sich einzelne Lössablagerungen, wie im Speyerbachthal bei Lambrecht, dann in beträchtlicher Ausdehnung über die Nordabdachungen der Haardt Geröll-, Löss- und Lehmdecken über das Untergrundgestein und reichen hier den Sand- und Lehmabsätzen der Landstuhl-Homburger Niederung und der Bliesmuschelkalkplatte die Hand. Es bedarf kaum der Erwähnung, dass oberflächliche Verwitterung Sand und Geröll in recenter Zeit erzeugen, wie in den Thaleinschnitten zeitweise Ueberschwemmungen sandige und lehmige Aufschüttungen bewirkten.

Nachdem wir im Vorausgehenden die petrographischen Verhältnisse, die Gliederung und Aufeinanderfolge der verschiedenen am Aufbau des Haardtgebirgs und der ihm zunächst angeschlossenen, gegen die Rheinfläche vorgelagerten Gesteinsbildungen kennen gelernt haben, läge es nunmehr nahe, uns einer übersichtlichen Schilderung der Lagerungsweise, der geo-

tektonischen Verhältnisse und der Art des Gebirgsaufbaues zuzuwenden. Es scheint jedoch zweckentsprechender, ehe wir zu diesem Versuch übergehen, vorerst auch noch die mannichfachen Ablagerungen ihrer Beschaffenheit nach kurz zu beschreiben, welche an der Zusammensetzung des Bodens der Rheinfläche theilnehmen.

Ablagerungen in der Rheinfläche.

In der Rheinebene betheiligen sich nur Bildungen der jüngeren und jüngsten Periode der Erdgeschichte, Gesteine und Absätze der tertiären, quartären oder diluvialen und der recenten oder novären Zeit, an der Zusammensetzung des Bodens.

Zunächst ist zu bemerken, dass vor Ablagerung dieser jüngeren Schichten bereits eine Trennung der rechts- und linksseitigen mittelhheinischen Gebirge sich vollzogen hatte. Es war dadurch eine muldenartige Bodenvertiefung zwischen diesen Gebirgen entstanden, welche im Grossen und Ganzen durch die jetzt von dem damals noch nicht vorhandenen Rhein der Länge nach durchzogene Rheinthalfläche zwischen Basel und Mainz in ihren allgemeinen Umrissen sich zu erkennen giebt.

In diese breite Einbuchtung brach nun nach längerer Ruhezeit, während welcher das ganze mittelhheinische Gebiet als Festland vor Ueberfluthungen durch Meeresgewässer — während der cretacischen Periode — verschont geblieben war, aufs neue das Meer herein, erfüllte die Vertiefung mit Salzwasser und setzte, sich nach und nach aussüssend, wenigstens an den Rändern theils sandiges, trümmerreiches, theils mergeliges und kalkiges Material zu Gesteinsbildungen ab. Inzwischen waren die Bewegungen der Erdrinde auch in diesem Landstriche noch nicht beendet. Es ist dies die Zeit der Erhebung des Hochgebirgs der Alpen und des Ausbruchs der Basalte und der basaltartigen Eruptionsmassen, Erscheinungen, deren Wirkung auch auf das Gebiet des Mittelrheins in der grossartigsten Weise sich erstreckte. Es entstanden jetzt verschiedenartige Fluthablagerungen, mit welchen tiefere Striche der Rheinthalfläche zum Theil weiter ausgefüllt wurden, während von den höhern, mit Gletschereis bedeckten Gebirgen abstammende glaciale Geröll- und Moränenschutt-Anhäufungen sich fluthweise verbreiteten und sich eine grossartige Sand-, Lehm- und Lössdecke über die Gegend anlegte. Endlich brachten die Fluthen des nunmehr entstandenen Rheins Gerölle und feinen Schlamm herbei, die sich neben dem Flussbett als Kies und Schlick absetzten. Auch die aus dem Sandsteingebirge der Haardt herabkommenden Bäche und Flösschen führten Sand in die Ebene, wo das lockere Material vielfach durch Winde dünenartig umgelagert wurde.

Tertiärgebilde.

Betrachten wir nun die einzelnen jüngeren Ablagerungen in der Rheinfläche, soweit diese der Pfalz angehört, näher, so nehmen sie in den sichtbar an der Oberfläche ausstreichenden Lagen mit einem sandig kalkigen und aus zertrümmerten Gesteinen des Gebirgsrandes entstandenen mittel-oligocänen Gebilde — dem sog. Meeressand von Weinheim ihren

Anfang, während ältere Tertiärabsätze, welche noch reichlich im höheren Elsassgebiet (Pechelbronn, Lobsann, Hagenauer Forst, Weissenburg) entwickelt sind, wahrscheinlich nicht zu Tage treten, wohl aber in Form der in nächster Nähe der Landesgrenze weit verbreiteten unteroligocänen (to¹) Petroleumführenden Sande und brackischen Mergel im tieferen Untergrunde in die Pfalz herüberstreichen. Wenigstens deutet das Auftreten von Petroleum in Frankweiler und von Bitumen auf Klüften des Keupers bei der Kästendell bei Siebeldingen auf diese Fortsetzung hin. Ob grüngraue Mergel bei Schaidt, in denen Gruben auf Töpferthon angelegt waren (jetzt verschüttet), den brackischen unteroligocänen Ablagerungen angehören, ist aus Mangel an organischen Einschlüssen nicht zu entscheiden.

Der mitteloligocäne Meeressandstein (to²) lehnt sich in schmalen Streifen von Weissenburg an dem ganzen Gebirgsrande entlang, jedoch mit vielfachen Unterbrechungen an die älteren Gesteinsschichten der Trias an und besteht theils aus Conglomerat-artigen Trümmeranhäufungen von aus Bruch- und Rollstücken des unter- und nebengelagerten Buntsandsteins, hauptsächlich des Muschelkalks bestehenden Lagen, theils aus grobem kalkigen Sand und Sandstein. Ersteres deutet auf eine Entstehung an der brandenden Küste des damaligen Meeres und lässt sich daher als Küstengeröll bezeichnen.

Die sandig trümmerigen Lagen umschliessen, wie z. B. am Fuss der Madenburg, organische Ueberreste und zwar nur marine Arten: *Ostrea callifera*, *O. cyathula*, *Pectunculus obovatus*, *Cytherea incrassata*, *Pecten pictus*, *Lithodomus delicatulus*, *Natica crassatina*, *Balanen*-Reste, *Lamna cuspidata*, *Odontaspis contortidens*, *Myliobatis* spec., *Halitherium Schinzi* u. s. w. In der beträchtlichen Erweiterung des Mainzer Beckens im Norden der Pfalz und in Rheinhessen ziehen sich diese Ablagerungen dann nordwestwärts gegen Kreuznach zu und überdecken bei Ebernburg und Feilbingert die Porphy- und ältesten Permschichten mit gleichfalls Meeresthierreste umschliessenden, auch Schwerspath führenden Trümmersanden. Zu denselben Ablagerungen sind auch die stark eisenschüssigen Sandsteine zu zählen, welche namentlich am Battenberg bei Grünstadt die Hügel zusammensetzen und den unter dem Namen Kapuzinerstein bekannten gelbbraunen Baustein liefern. Stellenweise hat hier das Brauneisen sich concentrirt und bildet jene sonderbar geformten Orgelpfeifen-ähnlichen Sandeisenröhren, welche in schönster Ausbildung unter dem alten Schloss von Battenberg blossgelegt sind. Mit diesem eigenartigen, eisenreichen Sandstein ist auch das Vorkommen des auf den benachbarten Höhen reichlich abgelagerten Eisenoockers verknüpft, dessen Gewinnung in zahlreichen Gruben hier einen besonderen Industriezweig der Farbenfabrikation ins Leben gerufen hat. Knollen von meist fasrigem Baryt kommen in diesem eigenthümlichen eisenschüssigen Thon, der den Uebergang zu der darauf folgenden Tertiärstufe vermittelt, häufig vor.

Der mit dem Meeressandstein nach oben eng verbundene Septarien-thon (to), welcher in der Gegend von Kreuznach reichlich entwickelt ist, giebt sich in der Pfalz in den Gypskrystalle und Foraminiferen einschliessenden dunklen Mergeln sicher zu erkennen, während die Zugehörigkeit petrographisch ähnlicher Schichten am Fusse der kleinen Kalmit und bei Schaidt (wie schon

angeführt wurde) unfern Weissenburg nicht sicher festgestellt ist; letztere lassen sich nach der Zuweisung ähnlicher Lagen südlich von Weissenburg auf Elsässer Gebiet auch als unteroligocän auffassen.

Auch die Ablagerungen des oberoligocänen brackischen Cyrenenmergels (to³), der in der nach und nach sich aussüssenden mittelhheinischen Meeresbucht abgelagert wurde, finden sich in der Pfalz verhältnissmässig nur an wenigen Orten über Tag aufgeschlossen. Es sind vorherrschend licht grünlich graue, zuweilen dunkler gefärbte, Spuren von Braunkohlen beherbergende Mergel, neben denen streifenweise, aber stets untergeordnet glimmerführende Sande (Schleichsand) mit spärlichen Pflanzenresten zwischengelagert vorkommen. Besonders bemerkenswerth machen sie sich z. B. unterhalb Dorf Haardt und im Zellerthal, wo sie zugleich ziemlich versteinungsreich sich erweisen (*Cyrena subarata*, *Cerithium margaritaceum*, *C. plicatum*, *Natica Nysti* u. A.).

Eine kalkige Bank voll von Balanen, stellenweise mit einer Lage von Quarzgerölle und Sand, bildet die Grenzschrift gegen die auflagernden miocänen, vorherrschend kalkigen Schichten in der fortschreitend sich aussüssenden Meeresbucht.

Die erste tiefste Stufe dieser untermiocänen Ablagerungen fassen wir als Landschnecken- und Cerithienkalke (tm¹) zusammen, weil dieselben mit einander verbunden aufzutreten pflegen und sich strichweise vertreten. Die vorherrschend hellfarbigen, gelblichweissen, oft dunkelfleckigen, löchrigen, sogar tuffartig porösen, seltener oolithischen Kalke setzen plumpe, undeutlich geschichtete Bänke zusammen, welche vielfach behufs Gewinnung von sehr gutem Baumaterial in Steinbrüchen aufgeschlossen sind. Streifenweise dem Kalkmaterial beigemengte Sandkörner häufen sich zuweilen in der Art an, dass daraus ein kalkiger Sandstein hervorgeht.

Die Lagen der sog. Landschneckenkalke enthalten fast ausschliesslich Schalen von Landschnecken: *Helix rugulosa*, *H. Ramondi*, *H. deflexa*, *Archaeozonites subverticillus* u. A. Es sind dies Kalke, welche, von Hochheim bei Mainz bekannt, in ausgezeichneter Weise auch auf dem kleinen Kalmitberg bei Landau wieder auftauchen, aber weiter südlich im Elsass ebensowenig wie die noch jüngeren miocänen Kalke fortzusetzen scheinen. Es verdient diese Erscheinung für die Beurtheilung der vorgeschichtlichen Vorgänge im Rheinthale besondere Beachtung.

Es dürfte dies nämlich mit der letzten Erhebung der Alpenkette, vielleicht auch mit dem Ausbruch von vulkanischen Gesteinsmassen (Feldberg, Forst, Steinheim) in genetischem Zusammenhang stehen, wodurch zugleich eine geänderte Richtung im Abzug der Gewässer bedingt gewesen zu sein scheint.

Die Cerithienkalke bekunden durch ihre organischen Einschlüsse (*Cerithium Rahti*, *C. plicatum* var. *pustulatum*, *Neritina callifera*, *Mytilus socialis*, *Perna Sandbergeri* u. A.) noch die Fortdauer der brackischen Beschaffenheit des Meeres, welches damals den unteren Theil der mittelhheinischen Eintiefung einnahm.

Auch die zunächst folgenden, durch ganz allmähliche Uebergänge mit den Cerithienlagen innig verknüpften Kalkschichten, die sog. Corbiculakalke, besitzen eine ähnliche Beschaffenheit, wie die unten lagernden Kalke, sind jedoch meist noch fester und massiger ausgebildet, nur selten durch mergelige Zwischenlagen in Bänke abgetheilt. Sie zeichnet sich durch die Anhäufung von Conchylienresten namentlich von *Corbicula* (*Cyrena*) *Faujasi*, *Cerithium plicatum* var. *pustulatum*, *Hydrobia obtusa*, *Melania Escheri*, *Dreissensa Brardi* aus. Wir finden diese Kalke hauptsächlich im nördlichen Theil der Rheinfläche von Grünstadt an abwärts weit verbreitet. Es sei bemerkt, dass im nördlichen Rand ihrer Ausbreitung namentlich bei Weissenau auch zahlreiche Knochen von Säugethierarten, unter denen namentlich *Microtherium Renggeri* und *Rhinoceros incisivus* die wichtigsten sind, sich finden.

Als oberstes Glied der Miocänablagerungen zeigen sich fast untrennbar mit den Corbicula-Schichten verbunden die sog. Litorinellen- oder Hydrobienkalke (tm²), so benannt nach der kleinen Schnecke *Litorinella acuta* (*Hydrobia ventrosa*), deren Reste vielfach fast ausschliesslich, durch nur geringes Kittmittel verbunden, den Kalkstein zusammensetzen. Ungemein häufig ist daneben der kleine Zweischaler *Dreissensa Brardi*. Diese Einschlüsse weisen auf die fast vollständige Aussüßung des Becken hin, was auch durch das Vorkommen von Süßwasserschnecken-Resten (*Planorbis*-, *Limnaeus*-, *Paludina*-Arten) bestätigt wird. Eigenthümlich ist das inselartige Aufragen einer mächtigen Kuppe dieses Kalksteins dicht an der Grenze gegen Elsass bei Büchelberg, während im Elsass selbst solche Ablagerungen nicht bekannt sind und die Hauptverbreitung in der Pfalz sich auf die nördlichsten Theile der Rheinfläche, namentlich der Gegend von Göllheim, Bockenheim, Zell, Ilbesheim bis zum Taunus hin beschränkt.

Dass der Ausbruch von Eruptivmassen wahrscheinlich in die Zeit der Ablagerung der mittel- und obertertiären Schichten fällt, ist bereits früher angedeutet worden. In der Pfalz haben wir nur an einem Punkte am sog. Pechsteinkopf bei Forst das Auftauchen von Basalt auf einer Spalte in Mitte von Buntsandstein- und Muschelkalk-Schollen zu verzeichnen. Mit dieser Eruption scheinen aufs neue Niveau-Veränderungen im Rheingebiet eingetreten zu sein, welche einen neuen Abschnitt in der durch Anhäufung von Auffüllungsmaterial fortschreitenden Ausbildung der Rheinfläche bewirkten.

Ein erster Abschnitt, der sich zunächst an die Miocänzeit anschliesst, jener der pliocänen Stufe (tp), lieferte zunächst nur in den nördlichsten Theilen der Rheinfläche eine Anschüttung von grobem eisenschüssigen Quarzsand und von Quarzgeröllen, welche z. Th. durch Brauneisenerz zu einer Art von Conglomerat verkittet sind. Die etwa 5 m mächtige Bildung gleicht einer Ablagerung in einem Flussbett. In diesem Lager kommen bei dem hessischen Dorf Eppelsheim unfern Alzey die Knochen eines gewaltigen Pachydermen, des *Dinotherium giganteum*, vor, wesshalb der Ablagerung die Bezeichnung *Dinotheriumsand* ertheilt wurde. Damit sind zugleich Knochenreste von *Mastodon longirostris*, *Rhinoceros minutus*, *R. incisivus*, *Palaeomeryx furcatus*, *Machairodus cultridens* u. A. vergesellschaftet, welche das unterpliocäne Alter der Ablagerung anzeigen. So nahe der Fundort

Eppelsheim der pfälzischen Grenze liegt, innerhalb der letzteren konnte bis jetzt eine ganz gleichartige Bildung nicht nachgewiesen werden. Im Hangenden dieser Geröll-reichen Lagen finden sich in Rheinhessen weisse Sande, die sich südwärts weiter ausbreiten.

In der Pfalz erfolgte die weitere Ausfüllung der Rheinvertiefung hauptsächlich durch stellenweise sehr mächtige Lagen dieser auffallend weissen, lockeren, oft Kaolin-haltigen kalkfreien Sande, die hier unter der Bezeichnung Glas- und Klebsande in Verbindung mit Lagen hellfarbiger Gerölle von Quarzgesteinen bekannt, in vielen Gruben zu technischen Zwecken gewonnen werden. Diese Lagen reichen durch die ganze pfälzische Rheinfläche und breiten sich auch nach Elsass aus, wo sie bei Riedselz unfern Weissenburg gegraben werden und desshalb hier als Riedselzer Sande benannt werden. Sie sind vielfach von Zwischenlagen eines sehr plastischen, feinen Thons, der sog. Grünstädter Erde, begleitet, welcher ein sehr geschätztes feuerfestes Material liefert und namentlich in den Thongruben von Hettenleidelheim, Lautersheim und bei Grünstadt in grossen Quantitäten (jährlich über 1 Mill. Zentner) gewonnen wird.

Bei Erpolzheim unfern Dürkheim liegt unter dem Klebsand auch ein Braunkohlenflötz, in dessen mulmiger Kohle Zapfen von *Pinus spinosa* (*P. Cortesi*) eingebettet sind. Spuren von Braunkohlen wurden auch unter dem Thon von Hettenleidelheim entdeckt. Leider vermisst man im Uebrigen sowohl im Sand, als im Thon jede Spur organischer Einschlüsse, welche geeignet wären, das jung pliocäne Alter dieser Gebilde sicherer festzustellen.

Quartär- oder Diluvialgebilde.

Soweit auch diese weissen Sande, welche nach oben meist in röthlich gefärbte und in Geröll-reiche Lagen übergehen, hauptsächlich gegen den Gebirgsrand hin in der pfälzischen Rheinfläche verbreitet sind, war mit ihrem Absatze der Ausfüllungsprozess der Niederung doch noch nicht beendet. Der nun folgende Zeitabschnitt, den man als quartären, diluvialen oder pleistocänen zu bezeichnen pflegt, brachte namentlich in den tieferen Theilen der Rheinniederung grossartiges Fluthmaterial herbei, das hier in mächtigen Massen zum Absatz gelangte und damit die Ausfüllung nahezu ganz vollendete.

Das merkwürdigste und auffallendste dieser jüngeren Gebilde ist das dicht am Fusse der Vorberge oder wenig davon entfernt lagernde schuttkegelartig abgesetzte Blockhaufwerk, welches hauptsächlich aus theils gebleichten, theils röthlich gefärbten, bis 3 m im Durchmesser grossen, theils kantengerundeten, theils scharfkantigen Buntsandsteinblöcken in vollständig unregelmässig wirrer Lagerung besteht. Die Zwischenräume sind von kleinen Gesteinsbruchstücken, Quarz- und Quarzitgeröllen und beigeschwemmtem rothem oder vom Untergrund aufgewühltem weissem Sand oft so satt ausgefüllt, dass das Ganze eine fest gepackte Masse bildet. Nicht selten gewinnen die Sand- und Geröllbeimengungen in streifenweiser Ausbreitung unzweideutig den Charakter einer Schichtung nach Art von Fluthabsätzen. Es nehmen weder alpine Gesteine an ihrem Bestande Theil, noch lässt sich eine Spur von

Kritzung, wie dies bei erratischen Geschieben als charakteristisches Kennzeichen gilt, wahrnehmen.

Diese wirrgelagerten Blockschuttmassen, wie sie bei Klingenmünster, Landau, Edenkoben, Neustadt und Dürkheim entblösst sind, werden von manchen Geologen als Moränenschutt gedeutet, wobei angenommen wird, dass zur Diluvialzeit das Haardtgebirge mit Gletschern bedeckt gewesen sei. Zu dieser Annahme fehlt es jedoch an auch nur einigermaßen sicheren Anhaltspunkten und es lässt sich die allerdings eigenthümliche Bildung sehr wohl als durch Bergstürze hoher, unterwaschener Vorsprünge des früher weiter in die Rheinfläche hereinragenden Buntsandstein-Randgebirgs erzeugt auffassen. Damit stimmt auch die Thatsache überein, dass die grossen Blöcke nach der Ebene zu sehr rasch abnehmen und dafür die Ablagerung in einen rothen Geröll- und Sandabsatz übergeht, der auf höhere Lagen der Rheinfläche beschränkt, als älteste Diluvialbildung, als Hochfluthgeröll, bezeichnet werden kann.

Daran schliessen sich die wechselnd aus feinem grauem und blassröthlichem Thon, weissem und rothem Sand und Quarz- und Buntsandstein-Geröllen bestehenden, durch zahlreiche Thongruben bei Freinsheim blossgelegten Ablagerungen an, welche unter der Bezeichnung „Freinsheimer Schichten“ besonders hervorzuheben sind (qt), weil sie eine eigenthümliche Stellung einnehmen, einestheils an die weissen Glassande erinnern, andernteils gewissen grauen Sanden ähnlich sind, die wir noch kennen lernen werden. Sie zeichnen sich ausserdem dadurch aus, dass in dem sehr zarten plastischen Thon, der für die Herstellung von feinen Ziegelwaaren gewonnen wird, sehr zahlreiche Pflanzenreste von leider nur wenigen und wenig bezeichnenden Arten in grosser Menge eingebettet sind, nämlich von *Salix* aff. *nigricans* *) oder *cinerea*, *Alnus* aff. *incana*, *Alnus* aff. *glutinosa*, *Corylus avellana* und von *Gramineen*-Blättern, welche wenigstens das quartäre Alter der Ablagerung bezeugen.

Sehr ausgebreitet und bis zum Steilabfall an dem Strombett des Rheins reichend ist in der Pfalz ein grauer Glimmer- und Conchylienreste-reicher Sand an der Ausfüllung der verebneten Fläche betheilig, der sog. graue Schnecken- oder graue Rhein-Sand (q^{1c}), welcher im Elsass seine Fortsetzung im sog. Hangenbietener und bei Wiesbaden im Moosbacher Sand besitzt. Es ist eine Fluthablagerung, welche wahrscheinlich aus der Zeit stammt, in der die Gewässer des Rheins zuerst sich nach Norden Bahn gebrochen hatten und nun an Sand reiches Material der Schweizer Molassenlandschaft entführten sowie Geröll von alpinem Gestein nordwärts verschwemmten. Vorherrschend gehören die eingeschlossenen Schneckenschalen vom Land abgeschwemmten Arten an, wie *Helix bidens*, *H. arbustorum*, *H. lapicida*, *Buliminus montanus*, *Pupa muscorum* u. a. Doch fehlen auch Süsswasserconchylien nicht, wie *Limnaeus stagnalis*, *Valvata piscinalis*, *Bythinia tentaculata*, *Pisidium amnicum* u. a., welche auf teichartige stagnirende Wasseransammlungen hinweisen. Damit stimmt auch die Zwischenlagerung

*) Nach der gefälligen Bestimmung von Prof. Dr. Nathorst.

von sehr zartem grauem Thon, der oft mit Torf-artigen, moosreichen Braunkohlen vergesellschaftet ist. Dieser Thon, welcher lebhaft an jenen von Freinsheim erinnert, wird, besonders bei Jockgrim, in ausgedehnten Gruben gewonnen und zur Ziegelfabrikation verwendet. Hier ist es auch wo Wirbelthierreste aufgefunden wurden: *Trogontherium Cuvieri* (Biber-form), Mammuth (*Elephas primigenius*), Nashorn (*Rhinoceros Mercki*) u. a., allbekannte Arten der Diluvialzeit.

In Gegenden der Rheinfläche, geht da, wo die weitere Entwicklung nicht unterbrochen wurde, der graue Sand durch Aufnahme von Geröll und rothem Sand in eine jüngere Stufe des Diluviums über. Diese jüngeren Gerölle, welche theils von Fluthen des Rheinthals angeschwemmt wurden, theils von dem aus den Gebirgsthälern herabgeführten, aus den Rollsteineinschlüssen des Buntsandsteins ausgewaschenen Material abstammen und in grossartiger Verbreitung, z. B. die Bienwaldfläche, überdecken — daher auch als Bienwaldgerölle (q^{1a}) bezeichnet werden können, nehmen durchweg eine tiefere Lage in der Rheinfläche ein, als die im Vorausgehenden beschriebenen Rollsteinabsätze und bilden meist eine aus der Rheinebene steil ansteigende Terrasse — daher *Niederterrassenschotter* genannt. Ein charakteristischer Unterschied von den älteren Geröllablagerungen zeigt sich darin, dass den Quarz-, Quarzit- und Sandstein-Geschieben ziemlich häufig solche aus alpinen Gesteinen bestehende, namentlich von rothem Jurahornstein und Flyschsandstein, spärliche von Urgebirgsfelsarten beigemengt sind zum Zeichen, dass bei ihrer Bildung von den Alpen herkommende Ueberfluthungen neben den aus den Seitenthälern herabrinnenden Flüsschen mitgewirkt haben, während die ihnen zwischen- und aufgelagerten *rothen Sande* ausschliesslich aus den benachbarten Sandsteinbergen herbeigeschwemmt worden sind. Daher gewinnen diese Geröll- und Sandanschüttungen häufig das Aussehen von Schuttkegeln vor den grösseren Thälern des Gebirgs. Die Gerölle nehmen gegen den südlichen Theil des Gebiets, auch auf der rechtsrheinisch-badischen Seite sehr grosse Flächen ein, gegen Norden hin gewinnen die rothen Sande gegenüber den Geröllabsätzen mehr die Herrschaft und liefern hier zur Dünen- und Flugsandbildung ausgiebiges Material. Im Bienwald sind auf weite Strecken hin diese Lagen durch Raseneisenerz-ähnliche und humöse Massen fest verkittet und bilden eine dem norddeutschen Ortstein ähnliche Schicht, welche dem tiefen Eindringen der Baumwurzeln Widerstand leistet.

Das an der Ausformung der Oberfläche der Rheinthalniederung am meisten betheiligte und in kultureller Beziehung wichtigste Gebilde des jüngsten Abschnitts der Diluvialzeit ist der *Löss* (q^{2b}) in seinen verschiedenen Abänderungen als sandiger Löss, Lehm und sandiger Lehm. Man versteht darunter von jeher in den mittelhheinischen Gegenden, von denen diese in die Wissenschaft übergegangene Bezeichnung herrührt und welche desshalb als das Vaterland dieser hier bis zu 10 m mächtigen Ablagerungen angesehen werden müssen, eine hell- bis dunkelbraun-gelbe, mehr oder weniger poröse und permeable, fein zerreibliche, sandig-thonig-kalkige Erdart von hervorragender Fruchtbarkeit, durch welche diese Landschaft in so besonderer Weise ausgezeichnet ist. Nähere Untersuchungen lehren, dass der typische Löss

aus ungefähr 60 % sehr feinen, 0,1—0,04 mm grossen, meist eckigen, vorherrschend von einer dünnen Kalkrinde umkleideten Quarzkörnchen, 20—25 % kohlensaurem Kalk (mit Einschluss 2—5 % Magnesiumcarbonat) und 8—10 % durch Eisenoxydhydrat gefärbtem, etwas Alkali-haltendem Thon besteht. Dazu gesellen sich in geringer Menge, nur in wissenschaftlicher Beziehung beachtenswerthe Mineraltheilchen, wie Feldspath, Glimmer, Zirkon, Rutil, Turmalin, Hornblende etc. Ausserdem zeichnet sich der Löss durch den Einschluss Kartoffelknollen-ähnlicher Kalkconcretionen, sog. Lösskindchen oder -Männchen, aus, welche im Innern meist hohl und in Folge von Austrocknung rissig zerklüftet, ihrer Länge nach horizontal ausgedehnt, oft in 2—3 über einander liegenden, horizontal fortlaufenden Schichten angehäuft, selten vereinzelt sich vorfinden, wie auch bei den zahlreich eingeschlossenen Landschneckengehäusen (am häufigsten und charakteristischsten: *Succinea oblonga*, *Helix hispida*, *Pupa muscorum*), wo sie in grösserer Menge sich einstellen, eine schichtenweise Verbreitung angedeutet ist. Die Lagerung des Lössmaterials ist so fest zusammenhaltend, dass in diese Erdmasse Wege mit fast vertikalen Wänden tief in dieselbe einschneiden und in Folge von Frosteinwirkung und Verwitterung an solchen Wänden nur ein Abbruch in vertikalen Blättern oder Schalen erfolgt. Sehr häufig bemerkt man in der Lössmasse bis erbsengrosse, durch ihre dunklere Färbung in die Augen fallende Ausscheidungen, welche theils aus lockeren Eisenoxydhydrat-reichen und Mangan-haltigen, theils aus ähnlich zusammengesetzten, aber mehr verfestigten Bohnerz-ähnlichen Knöllchen bestehen. Eine weitere oft zu beobachtende Erscheinung an grösseren Entblössungen besteht darin, dass mehr oder weniger vertikale dünne weisse Röhrchen von lockerer pulveriger Kalksubstanz die Masse durchziehen. Es sind dies Absätze, welche sich nachträglich um feine, in den Untergrund leicht und tief vordringende Pflanzenwürzelchen angelegt haben. Die in Folge ihres festen Zusammenhaltes dem Auge sich darbietenden hohen Wände machen oft den Eindruck, als wäre die Lössmasse ungeschichtet. Indessen zeigen sich nicht nur horizontal fortlaufende, durch verschiedene dunklere und hellere Färbung erkennbare, der Schichtung entsprechende Streifen, — man nennt sie Bänderung —, sondern auch häufig Einlagerungen von gleichfalls schichtenweise eingeschlossenem Gerölle neben verstreut eingebetteten Einschlüssen und von Sandstreifen. Letztere bewirken einen Uebergang in den sog. Sandlöss, dessen sedimentärer Ursprung wohl nicht bezweifelt wird und der auch durch den Einschluss von Süsswasserconchylien (*Planorbis rotundatus*, *Limnaeus palustris*, *Valvata macrostoma*, *Pisidium amnicum* u. A.) und eine eigenthümliche Ausbildungsweise der auch hierin eingebetteten Concretionen (Lösskindchen) in Form von brodlaibartigen Mergelausscheidungen, die der Schichtung entsprechende Vorsprünge und Einschnitte zeigen, diese Entstehungsart deutlich genug zu erkennen giebt. Noch ist zu erwähnen, dass mit diesem kalkhaltigen Löss vielfach kalkfreie oder kalkarme, sonst demselben sehr ähnliche Bildungen, die man als Lehm (q²) zu bezeichnen pflegt, eng verknüpft sind, vielfach Zwischenlagen in demselben oder darüberliegende Decken bilden, aber auch über grössere Strecken, wie z. B. in der westricher Niederung und auf der Bliesmuschelkalkplatte, selbst-

ständig auftreten. Derartige Lehme gelten theils als Rückstände des Lösses nach dessen Auslaugung durch eingesickertes, kohlensäurehaltiges Wasser, theils als Anschwemmungsabsätze der oft entkalkten Massen von höherliegendem Löss, — verschwemmter Löss —, wie denn auch in der That an nicht wenigen Orten von Höhen herabgeschlemmter oder -geglittener Löss oder Löss-ähnlicher Lehm auf sekundärer Lagerstätte erkannt worden ist.

Den Ursprung eines beträchtlichen Theils dieser Lehmablagerungen muss man aber auf den Niederschlag aus fluthenden oder stehenden Gewässern zurückführen, welchen zeitweise kalkreiches oder kalkarmes Material zur Verfügung gestanden haben mag.

Anlangend die Entstehung des typischen Lösses innerhalb unseres Gebiets, welches, wie bereits erwähnt wurde, die Geburtsstätte dieses Gebildes ist, so erweist sich hier die jetzt ziemlich allgemein herrschende Theorie eines subaërischen oder äolischen Ursprungs nicht als den beobachteten Thatsachen entsprechend und naturgemäss. Es ist bei diesen Erläuterungen nicht der Raum gegeben, ausführlicher auf die vorliegende Frage einzugehen, nur sei kurz zur Rechtfertigung der hier vertretenen Stellungnahme folgendes bemerkt: der Löss breitet sich ziemlich gleichartig über die ganze Rheinfläche bis zur Stromrinne und über den Nordostabfall des Haardtgebirgs bis zu Höhen von 300 m aus, ohne diese Grenze zu überschreiten und im südlichen Theil des Haardtgebirgs in die Thäler oder in die tiefer als 300 m reichenden Einbuchtungen, die zwischen den Bergen sicher zur Zeit der Lössbildung nicht gefehlt haben, vorzudringen. Diese Art und Beschränkung der Verbreitung widerspricht einer äolischen Staubverwehung.

Dass der Löss sich nicht in dünnen Lagen schichtenmässig spalten oder abheben lässt, kann ebensowenig als ein Mangel an Schichtung angesehen werden, wie ein ähnliches Verhältniss z. B. bei der Kreide, dem Frankendolomit, den plumpen Felsenkalken, mächtigen Thonablagerungen u. s. w. vorkommt. Wir erinnern hierbei auch an die schon erwähnte schichtenweise Ausbreitung von Geröllen, Lösskindchen und Schneckenschalen, wie an die Zwischenlagerung von Sandschichten.

Dagegen wurde bis jetzt an keinen der unzähligen und z. Th. sehr ausgedehnten Entblössungen von Lösswänden jene so sehr charakteristische, schief geneigte Anschüttungs- oder Uebergussstreifung beobachtet, die bei keinen äolischen Absätzen z. B. bei Dünenbildungen fehlt. Dazu kommt, dass nirgendwo die theoretisch vorausgesetzte kalkreiche Steppe zu ermitteln ist, von welcher aus das Lössmaterial durch Winde in die Rheinfläche verweht worden sein könnte.

Wie ist ein verhältnissmässig so Sand-armes Windgebilde, wie es der Löss ist, inmitten der grossartigsten Sandsteingebirge der mittelhheinischen Höhenzüge zu erklären?

Darüber kann ja kein Zweifel sein, dass bei der Entstehung vieler die Rheinfläche theilweise ausfüllender Diluvialablagerungen die Vergletscherung, wenn auch nicht die der Sandsteinvogesen, so doch jene der Hochvogesen, der höchsten Schwarzwaldberge und vornehmlich der Alpen das Material geliefert hat. Man wird dann doch wohl die Frage aufwerfen dürfen, hat diese

Vergletscherung bloss Rollstücke, Sand und Blocklehm und nicht auch geradezu enorme Massen von feinem Gletscherschlamm erzeugt und wo ist denn letzterer hingekommen und abgelagert worden, wenn man nicht den Löss als dieses Abschwemmungsgebilde ansehen darf? Da der Löss periodenweise abgesetzt worden sein muss, so lässt sich wohl annehmen, dass die Beschaffenheit des Materials nicht immer absolut dieselbe gewesen sei und dass, wie die Sandzwischenschichten bezeugen, zeitweise ein kalkarmer Schlamm herbeigeführt worden sein kann, der manche sog. Lehmabsätze erzeugt haben mag.

Die Thatsache, dass der Löss auf sehr ungleicher Höhe sich vorfindet, sowohl nahe an dem Flussbettrande bei etwa 100 m, wie auf den Vorbergen bis über 300 m, scheint in Widerspruch mit der Annahme seines Ursprungs als Absatz aus Wasser zu stehen. Es scheint allerdings schwer zu erklären, dass Fluthen, wenn auch in der Zeit verschwinden, einmal bei 100 m, das andere Mal 200 m höher Material abgelagert haben sollten. Dieses Bedenken fällt jedoch weg, sobald man sich vorstellt, dass der Niederschlag aus einem über 300 m hoch angestauten Wasserbecken erfolgt sei. Auf ein solches Süsswasserbecken weist die Erscheinung im Norden der Rheinfläche hin, wo über dem miocänen Litorinellenkalk der Löss, alle Eintiefungen ohne Unterschied ihrer Richtung ausfüllend, ausgebreitet ist und auch Geröllablagerungen, die sicher aus Wasser abgesetzt sein müssen, noch auf gleicher Höhe vorkommen, wie z. B. bei Lautersheim. Es steht mithin diese Annahme nicht in Widerspruch mit den Verhältnissen, welche wir hier wahrnehmen und feststellen können.

Novärgebilde.

Mit der Ablagerung von Löss und der mit ihm eng verbundenen lehmigen und sandigen Absätze waren die geologischen Vorgänge noch nicht erschöpft, welche an der Ausbildung des Rheinthals gearbeitet haben. Mit dem Abschluss der Glacialzeit scheinen in weiteren Gebieten geotektonische Veränderungen verknüpft gewesen zu sein, welche auch auf unser engeres Gebiet ihre Rückwirkungen äusserten. Jetzt erst erlangte der Rheinstrom in der entwässerten Rheinfläche seinen regelmässigen, geordneten Lauf nach dem Norden, indem er sich durch die tiefsten Theile der Aufschüttungen sein Rinnsal ausfurchte. Erst jetzt mit Beginn dieser Neuzeit oder des recenten Abschnitts der Erdgeschichte können wir von einem Rheinstrom und einem eigentlichen Rheinthale im engeren Sinne sprechen. Gleichheitlich vollendeten die dem Rhein von den Höhen zuströmenden Flösschen und Bäche nach und nach ihre Ausgestaltung, wie wir dieselben der Hauptsache nach auch jetzt noch vorfinden. Während die an der Oberfläche austreichenden Gesteine und Erdarten durch Zersetzungen als Eluvium (Vegetationserde, Ackerkrume, Waldboden) zum Träger der jetzigen Lebewelt sich umänderten, vollzog sich in der Flussniederung und in den Thaleinschnitten eine theilweise Wiederauffüllung mit dem von den Höhen mechanisch angeschwemmten Material, mit Geröll, Sand, Schlamm, welche man allgemein als Alluvium zu bezeichnen pflegt. Derartige Vorgänge dauern ununterbrochen auch in der

Gegenwart noch fort. Die Beschaffenheit der Eluvialgebilde hängt in erster Linie von der Mineralzusammensetzung des Untergrundgesteins ab, aus welchem der Boden durch Zersetzung entsteht. Es giebt daher im Allgemeinen soviel Bodenarten, als die Untergrundgesteine verschieden sind. Doch ändert sich dieses Verhältniss zu Gunsten einer mehr gleichmässigen Natur der eluvialen Bodenarten in dem Grade, als sich oberflächlich durch Verschwemmung der von verschiedenen Seiten zugeführten Mineralsubstanzen benachbarter Gesteine eine Vermengung verschiedener Stoffe mit denen des Untergrundes vollzieht.

Die nähere Erörterung dieser in kultureller Beziehung so wichtigen, sich auf den Boden beziehenden Verhältnisse muss der Landwirthschafts- und Waldwirthschaftslehre vorbehalten bleiben.

In Bezug auf die Alluvialgebilde ist zu bemerken, dass der Rhein in verschiedenen Zeiten sein Strombett verlegt hat und die gewöhnlichen Flussabsätze daher in sehr wechselnder Weise sich vertheilt erweisen. Bei normalem Wasserstand lagern sich alluviale Flusskiese und von organischen Stoffen durchsetzter, mehr oder weniger sandiger Schlamm von mergeliger Zusammensetzung und Sand ab. Der Schlamm, der sog. Rheinschlick, ist anfänglich graugefärbt, nimmt aber häufig in Folge von Oxydationsvorgängen eine bräunliche, Löss-ähnliche Färbung an, wie er denn überhaupt mit letzterem grosse Verwandtschaft zu erkennen giebt. Derartige Absätze sind es auch, welche bei Hochfluthen über die zunächst anstossenden niedrig liegenden Gelände ausgeschüttet werden. Endlich ist noch der Torfbildungen (tf u. ah) zu gedenken, welche sich in nicht unansehnlicher Ausdehnung in früher von angestauten Wasseransammlungen eingenommenen Vertiefungen angesiedelt haben oder denen an stets feucht bleibenden Stellen zu ihrer Entstehung und zu ihrem Wachsthum günstige Bedingungen geboten wurden.

Geotektonische Verhältnisse.

Nachdem wir im Vorausgehenden die geologischen Verhältnisse des mittelhheinischen Gebiets namentlich des der Pfalz angehörigen Theils desselben in Bezug auf die hier verbreiteten Gesteine, auf ihre Beschaffenheit und Aufeinanderfolge kennen gelernt haben, erübrigt es nunmehr, in eine, soweit es hier der engbemessene Raum dieser Erläuterungen zulässt, kurze Erörterung des geotektonischen Baues einzutreten.

Es ist bereits angedeutet worden, dass das ursprünglich einheitliche zusammengruppirte mittelhheinische archaische Gebirge schon vielfache Veränderungen seines anfänglichen Zustandes erlitten hatte, ehe es in die Zeitperiode der Erdgeschichte eintrat, welche wegen der grossartigen, unser engeres Gebiet besonders berührenden geologischen Ereignisse die Aufmerksamkeit zunächst auf sich zieht. Es ist dies die Zeit der Entstehung der Triasablagerungen.

Bezüglich der geologischen Vorgänge im Bereich des mittelhheinischen Urgebirgs in den vortriasischen Perioden mögen die Andeutungen genügen, welche in der Einleitung zu geben versucht wurde.

Darüber besteht kein Zweifel, dass dieser Urgebirgskern mit den ihm auf- und angelagerten paläolithischen Gebilden der Primär- oder Uebergangsperiode nach vielfachen Umlagerungen durch Zusammenfaltung, Senkungen, Hebungen und Verschiebungen die Unterlage bildete, auf dem die Triasablagerungen sich aufzubauen begonnen haben. Dass damals dieser Boden nicht eine ebene Fläche bildete, darf wohl nicht erst bemerkt werden. Man darf nach der Verbreitungsweise und der Facies der späteren Sedimentgebilde annehmen, dass bereits frühzeitig verschiedene Eintiefungen und Buchten bestanden, welche zwischen einzelnen Theile des Grundgebirges von aussen herein reichten. Als solche dürfen wir wohl die Mulde ansehen, welche von Lothringen her im Westrich zwischen dem Kohlengebirge oder den altpermischen Schichten und dem Haardtgebirge sich hinzieht, ferner die sog. Pfalzburg-Zabern-Langenbrücker Mulde zwischen Nord- und Südvogesen, welche sehr wahrscheinlich mit einer vom schwäbischen Gebiet her durch den Kraichgau bis zum jetzigen Fuss der Haardt vordringenden, hier weiter ausgedehnten und ungefähr in der gleichen Richtung wie die spätere Reinthalfläche verlaufenden Niederung zusammenfällt. Im Süden ist es die sog. Burgunder Senke, welche als Fjord-artige Einbuchtung zwischen Südvogesen und Südschwarzwald sich nach Nordosten emporzog, wo sie durch eine hohe Wasserscheide von der Pfalzburg-Langenbrücker Vertiefung getrennt gewesen zu sein scheint. Ein Rheinthal oder eine Rheinfläche gab es damals noch nicht. Indessen ist es nicht unwahrscheinlich, dass die Keime der späteren Ausgestaltung des Rheingebiets doch schon gelegt waren.

Versuchen wir nun uns eine immerhin nur ungefähr zutreffende Vorstellung von der Gestaltung der mittelhheinischen Landschaft unmittelbar vor Ablagerung der Triasschichten zu machen, so muss zunächst daran erinnert werden, dass bereits vorher in diesem Gebiet und in den benachbarten Gegenden grossartige Katastrophen und gewaltige Umänderungen auf die Oberflächenbildung ihre Wirkung ausgeübt hatten. Besonders im Auge zu behalten ist die Thatsache, dass damals das Alpengebirge noch nicht entfernt die spätere Ausbildung erhalten hatte und wahrscheinlich in einem ähnlichen Zustande sich befand, wie das mittelhheinische Gebirge selbst.

In dem nordwestlich anstossenden carbonischen und altpermischen Gebiete bis zum rheinischen Uebergangsgebirge hatten sich bereits grossartige geotektonische Ereignisse vollzogen. Die Karbon- und Suprakarbon-schichten waren aufgerichtet, theilweise gefaltet und von zahlreichen Eruptivmassen, Porphyry und Melaphyr, durchbrochen worden. Gegen das Ende der Permzeit verringerte sich die Gewalt der dislocirenden Kräfte und verschwächte sich in auffallender Weise gegen Osten, wo, wie z. B. am Rheinthalrande, die Bildung des Oberrothliegenden ganz oder nahezu horizontal gelagert angetroffen wird. Dies schliesst nicht aus, dass noch Nachzuckungen auch bis über die Triaszeit hinaus von Nordwesten her sich in sogar sehr bemerkenswerther Weise äusserten und selbst im Haardtgebirge sich zu erkennen gaben. Macht man sich von der Vorstellung frei, dass bloss die über die jeweiligen Meere oder Wasserbecken als Festlandsmassen aufragenden Gebietstheile in Bezug auf Verbreitung und Abgrenzung der ver-

schiedenen Sedimentablagerungen maassgebend gewesen seien und lässt man nicht ausser Acht, dass fortwährend Bewegungen der Erdrinde nicht bloss innerhalb des engeren Gebiets, sondern auch selbst in entfernteren Gegenden auf die geologischen Vorgänge bei ersteren zurückzuwirken vermochten, so können wir vorerst für unser Gebiet von zwei Annahmen ausgehen, nämlich dass das Grundgebirge unter den mittelrheinischen Triasablagerungen ein, wenn auch nicht in allen Theilen hochaufragendes Festland, so doch bis zu einem gewissen Grad eine Scheidewand zwischen weiter ostwärts nach Schwaben und weiter westwärts nach Frankreich sich anschliessenden Schichtensystemen bildete und dass gegen NW. ein Abschluss am rheinischen Schiefergebirge vorausgesetzt werden darf, durch welchen das Triasmeer begrenzt war. Es ist nicht wahrscheinlich, dass durch eine Senkung des mittelrheinischen Grundgebirgs das Hereinströmen jener gewaltigen mit Sand beladenen Fluthen bewirkt wurde, aus welchen zunächst die fast ausschliesslich sandigen Schichten des Buntsandsteins abgesetzt worden sind. Wir müssen anderweitigen, ausser unserem Bereich liegenden Vorgängen die Ursache hierfür zuschreiben.

Die schon früher angedeuteten Unebenheiten des damaligen Meeresbodens, welche sich mit Berghöhen und Thalvertiefungen der Festländer vergleichen lassen, machen sich besonders am Nordrande der Hochvogesen und des Schwarzwaldes, welche mit ihrem Kern noch eng verknüpft waren, dadurch bemerkbar, dass die Gesteine des Grundgebirgs hier rasch sich niederziehen und den mächtigen Aufschüttungen des Buntsandsteins Raum geben. Aehnlich verhält es sich an dem Süden des Odenwalds. Hier scheint gegen Norden zu noch eine abgrenzende Schranke zwischen Odenwald und dem Rothliegenden des Donnersberger Westrichs aufgeragt zu haben, weil die mächtigen Aufschüttungen von Geröll und grobem Sand in den tiefsten Lagen des Buntsandsteins (Stauf) eine Ablagerung aus stark bewegten Küstenfluthen verrathen, während in den mittleren Theilen des Gebiets der ganz allmähliche Uebergang von Schichten des Rothliegenden zum Buntsandstein einem Absatz in ruhigen Buchten entspricht.

Wir haben mithin zur ersten Triaszeit zwei oder drei (Haardt und Odenwald zusammengefasst oder getrennt betrachtet), wenn auch z. Th. untermeerische Inselgruppen, die wohl schon damals durch Eintiefungen abgegrenzt waren und zwischen welchen Buchtungen sich herausgebildet hatten. Die ersten Absätze des Buntsandsteins finden sich bis zu sehr hohen, wenn auch vielleicht nicht bis zu den allerhöchsten Gebirgstheilen hinauf abgelagert (Hoheneck, Hohe Königsburg, Donon, Climont, Kniebis, Hornisgrinde u. s. w.). Nordwärts senkt sich jedoch die ältere Unterlage ungemein rasch (Windstein im Jägerthal, Albersweiler, Lindenberg, Merkur bei Baden-Baden, Herrnalp, Heidelberg u. s. w.) und hebt sich im Odenwald, wo das Grundgebirge jetzt im Westen ohne Buntsandsteindecke abbricht, an dem Ostsaum nunmehr zu mächtiger Höhe. Dieser ursprünglichen Unebenheit des triasischen Meeresbodens entspricht die zunehmende Mächtigkeit des Buntsandsteins in den Sandsteinvogesen und der Haardt, bei welcher die Annahme einer namhaften allmählichen und fortdauernden Senkung nach Norden zu durch die horizon-

tale Lage der Schichten, bei nur ganz schwacher gegen die früher angedeuteten Einbuchtungen gerichteter Neigung eine Bestätigung nicht findet. Dass dagegen die Schichten aus einem verhältnissmässig nur seichten Meere abgesetzt wurden, wird durch die öfter beobachteten Wellenfurchen und im oberen Buntsandstein insbesondere noch durch die Trockenrisse sicher erwiesen. Um so auffallender erscheinen gleichheitlich im ganzen mittelhheinischen Gebiet, wenn auch ungleich mächtig entwickelt, Conglomeratbänke (Hauptconglomerat), welche den Beginn eines neuen Abschnitts, nämlich der Ablagerung des oberen Buntsandsteins, einleiten und sich im pfälzischen Gebiet innerhalb der unteren Stufe der oberen Abtheilung des Buntsandsteins fortsetzen. Die im Elsass bis 10 m mächtige Conglomeratbildung verschwächt sich nordwärts in der Pfalz etwas, bleibt aber für das linksrheinische Gebiet durch ihre starke Entwicklung höchst charakteristisch.

Man kann die massenhaften Ablagerungen der Gerölle, die in den tieferen Schichten bis an die Basis des Hauptbuntsandsteins ganz zerstreut, meist vereinzelt vorkommen, nur durch den Eintritt von starken Fluthen verstehen, mit welchen zugleich auch eine Aenderung in der Beschaffenheit des Meerwassers durch die Bildung quarziger Ausscheidungen (sog. Karneol) und von Dolomitconcretionen, sowie durch die Häufigkeit von Glimmerschüppchen im Absatzmaterial sich kundgiebt. Der Kalkgehalt nimmt nach oben noch weiter zu; es erscheinen im Pflanzenreste-reichen Voltziensandstein ganze Bänkchen Versteinerungen führender Dolomite und es gehen diese hangendsten Buntsandsteinschichten so allmählich in sandig-kalkige Lagen, welche in anderen Gegenden bereits dem tiefsten Muschelkalk — dem unteren Wellenkalk — entsprechen, über, dass es schwierig ist, zwischen beiden Ablagerungen eine scharfe Grenze zu ziehen. Diese sandige Entwicklung der ältesten Stufe des Muschelkalks — des sog. Muschelsandsteins — ist gleichfalls eine Eigenthümlichkeit des linksrheinischen Gebiets, welche darauf zurückzuführen ist, dass das aus kalkhaltigem Wasser bei andauernder Zufuhr von Sand erzeugte Material im seichten Meere, d. h. an flachen Meeresrändern, zum Absatz gelangte. Erst die oberen Abtheilungen des Muschelkalks nehmen die Kalkbeschaffenheit, wie sie in anderen Muschelkalkgebieten herrscht, an und weisen auf eine Entstehung im vertieften Meere, welches die Einbuchtung zwischen dem Grundgebirge des Vogesenstocks und dem rheinischen Schiefergebirge mit den ihm vorgelagerten Höhen von Karbon- und Permschichten erfüllte. Es ist dies das Hauptverbreitungsgebiet vom obersten Buntsandstein und Muschelkalk in der Bliesgegend, wo sie gegen O. bis auf Höhen von 450 m (Bann bei Landstuhl, Horeb bei Pirmasens) emporreichen, in ihrer muldenförmigen Lagerung auf dem gegenüberliegenden Flügel gegen W. dagegen auf Höhen von 360—375 m sich beschränken.

Ausserdem treffen wir solche Ablagerungen von oberem Buntsandstein und Muschelkalk in Begleitung von noch jüngeren Schichten in zwar schmalen, aber weit fortstreichenden Streifen an den Rändern der Rheinthalfäche auf beiden Seiten der mittelhheinischen Gebirge zwar nicht mehr in ihrer ursprünglichen Stellung, sondern an Verwerfungsspalten herabgebrochen und abgesenkt, an. Es fragt sich nun, wo wir ihre ursprüngliche Lagerung zu

suchen haben. Wir wissen nach den eingangs geschilderten Verhältnissen, dass der Buntsandstein der Haardt in seiner Hauptverbreitung eine flach gewölbte Kuppe darstellt, deren höchste Wölbung ganz nahe an den Ostrand gerückt erscheint. Hier endigt die Entwicklung des Buntsandsteins, soweit sie erhalten ist, mit der Kugelfelsregion. Es ist kaum zweifelhaft, dass, wie die hohe Lage des Muschelkalks bei Pirmasens und auf der Sickinger Höhe darthut, diese jüngeren Triasgebilde des Bliesgebiets ursprünglich weiter über die Höhen des Hauptgebirgsstocks ausgebreitet waren, hier später abgespült und gänzlich zerstört worden sind und dass nur die gegen die Rheinfläche hin vorfindlichen Theile eben dadurch erhalten blieben, dass sie durch ihre Absenkung vor nachträglicher Zerstörung geschützt waren. Dass diese Randgebilde selbst bis zum rechtsrheinischen Gebirgsfuss bei Durlach ursprünglich mit jenen des Blies-Lothringer Verbreitungsgebietes irgendwie zusammenhängen und aus einem Meer von gleicher Beschaffenheit abgesetzt wurden, beweist die Gleichartigkeit der Schichtenausbildung, namentlich die des sog. Muschelsandsteins, der in der fränkischen Facies schon östlich und nordöstlich von Heidelberg durch typische Wellenkalke, in der schwäbischen Facies auf der Ostseite des Schwarzwaldes durch dolomitische Schichten vertreten wird. Es sprechen nun beachtungswerthe Gründe, insbesondere die nachgewiesenen ungleichen Niveauverhältnisse des Grundgebirgs, die bereits unzweifelhaft vor dem Absatz des Buntsandsteins bestanden haben und die andauerten, für die Wahrscheinlichkeit, dass in der von Lothringen herübergreifenden Pfalzburg-Zaberner Eintiefung, welche in dem späteren Einbruchgebiet der Rheinfläche eine weit nach N. reichende Fortsetzung hatte, eine Verbindung bestand und dass in dieser rheinischen Bucht, wie in der zwischen Haardt und dem westlicher Gebirge vorfindlichen, gegen NO. sich aushebenden Mulde Voltziensandstein und Muschelkalk zur Ablagerung gelangten und später, in Schollen zerstückelt, auf ihre gegenwärtige Lage abgesenkt wurden. Damit stimmt auch die Beschaffenheit und Gliederung des Keupers, wie derselbe dem Muschelkalk angeschlossen am Ostfuss des Haardtgebirgs zwischen Bergzabern und Frankweiler entwickelt ist und selbst der Lias von Siebeldingen lässt dem Typus seiner Versteinerungen nach eine Uebereinstimmung mit dem westvogesischen nicht verkennen, während die Lias- und Doggerschichten der gegenüberliegenden Langenbrückener Senkung schwäbischen Typus an sich tragen, wodurch sich eine Verbindung durch den Kraichgau nach Osten zu verrathen würde. Gegen N. hin kann man sich diese mittelrheinische Einmuldung durch eine Barre vor dem niederrheinischen Schiefergebirge zwischen Westrich und Odenwald abgeschlossen denken, für die Erörterung der späteren geologischen Vorgänge in unserem Gebiete bleibt es sich ziemlich gleich, ob man die eine oder andere Vorstellung als die naturgemässere erachtet. Thatsache ist, dass in der cretacischen und alttertiären Zeit das mittelrheinische Gebiet dem weiteren geologischen Aufbau verschlossen blieb, was nur durch grossartige Bewegungsvorgänge in anderen Gebieten der zerstückelten Erdrinde sich erklären lässt. Ob Hebungen oder Senkungen den Rückzug des Meeres aus diesem Erdstriche bewirkten, ist schwierig zu entscheiden; dass unser Gebiet

von solchen Zuckungen vollständig unberührt geblieben sei, ist kaum anzunehmen, vielmehr ist es mehr als wahrscheinlich, dass bereits Vorgänge sich hier vollzogen haben, welche die späteren grossartigen Niederbrüche und Einsenkungen der Rheinflächenbildung einleiteten und begünstigten. Der Wirkung dieser säkularen Bewegungen in der Erdrinde scheint zunächst die unendliche Zerklüftung zugeschrieben werden zu müssen, welche Buntsandstein und Muschelkalk erkennen lassen. Die Klüfte selbst zeigen im Allgemeinen in ihrer Richtung eine sehr bemerkenswerthe Regelmässigkeit und Gleichförmigkeit; zugleich liegt ihnen auch die Ausformung der jetzigen Bergrücken und Höhenzüge im Einzelnen zu Grunde. Meist senkrecht gestellt verlaufen sie der Hauptsache nach der Rheinthalvertiefung nahezu parallel und rechtwinkelig zu derselben. Nicht selten gesellen sich hierzu meridional streichende Spalten, welche die vorher erwähnten in ihrer Richtung ablenken. Dadurch entsteht oft ein scheinbar wirres Netz von Gesteinszerklüftung im Kleinen ohne wesentliche Schichtenverrückungen, jedoch mit so scharfen Schnitten, dass, wie schon erwähnt wurde, in die Schnittfläche fallende Geröllstücke glattflächig getheilt sich zeigen. Man könnte in diesen Bruchlinien die Folge einer von SW. her wirkenden Druckkraft erblicken. Weit auffälligere und in ihren Folgen durch Verwerfungen besonders ausgezeichnete grosse Spalten lassen sich im Gebiete der Haardt in grosser Anzahl trotz der Einförmigkeit der Sandsteingebilde bestimmt nachweisen. Auch sie halten, wie die Gesteinsklüfte im Kleinen, sehr bestimmte Richtungen ein, die im Grossen und Ganzen mit der Rheinthalrichtung nahezu parallel verlaufen, jedoch vielfach statt geradlinig bogenförmig mit concaver Wölbung gegen das Gebirgsinnere gekrümmt sind und durch meridional streichende Sprünge abgelenkt oder abgeschnitten werden. Vielfach verwischen sich ihre Spuren in Thaleinschnitten, welche die anfänglich vorhandenen Klüfte benützend, sich längs diesen ihr Bett ausgewaschen und vertieft haben. In der Nähe des Randes gegen die Rheinfläche finden sich derartige Verwerfungsspalten, die meist nahezu senkrecht gestellt sind, viel häufiger als im Gebirgsinneren und bilden schliesslich die Abbruchsspalten, an welchen die meist jüngeren Glieder als Vorberge staffelförmig zur Rheinfläche abgesunken sind. Nur vereinzelt treten nahezu parallel verlaufende Spalten mit nur geringen Schichtenstörungen in dem nordwestlichen Theil des Gebirgs gegen die Westlicher Vertiefung hervor. Dagegen gewinnt die grosse Verwerfungsspalte gegen das ältere Kohlen- und Permgebiet zwischen Saarbrücken und Erzenhausen, abgesehen von einigen rechtwinkelligen Vorsprüngen in gleicher Richtung streichend, um so grössere Bedeutung, weil längs derselben die Buntsandsteinschichten bis auf 100 und 120 m sich abgesenkt erweisen. Dabei fehlt es allerdings an dem Nachweis der zweiten Hauptverwerfungsspalte, die als Trennungskluft des abgesunkenen Trumms gegen den Hauptstock des Haardtgebirgs vorausgesetzt werden muss und die wahrscheinlich durch die oberflächliche Überdeckung von Sand und Torf im Landstuhler Gebrüch verhüllt ist, wie es überhaupt schwierig ist, für viele dislocirte Gebirgsstücke die sie ringsum absondernden Bruchflächen nach allen Seiten hin nachzuweisen. Man kann die der Hauptrichtung des Rheinthaleinbruchs

ganz oder nahezu parallel verlaufenden Störungslinien als rheinische Längsverwerfungsspalten bezeichnen.

Ihnen stehen Verwerfungsspalten gegenüber, welche, wenn auch im Haardtgebirge weniger weit nachweisbar und von weniger beträchtlichen Schichtenverrückungen begleitet, doch durch ihr häufiges Auftreten und ihre ziemlich constante Streichrichtung in den rheinischen Gebirgen eine wichtige Rolle spielen. Ihre Richtung ist im Allgemeinen senkrecht zu den rheinischen Spalten, mit welchen sie ihrer Entstehung nach verbunden zu sein scheinen. Es ist sehr bemerkenswerth, dass dieses zweite System von Störungslinien in dem nordwestlich angrenzenden Kohlen- und Permgebiete fortsetzt und dass einige der in den Buntsandsteinschichten der Haardt beobachteten Bruchlinien direkt in das ältere westlicher Gebirge fortstreichen, wie z. B. jene von Waldmohr, Martinshöhe, Erzenhausen, Otterberg u. s. w. Sie lassen sich in dem älteren Gebirge in weit grösserer Anzahl feststellen. Hier in der hinteren Pfalz erweisen sie sich als später nach der Zusammenfaltung der dort entwickelten Gesteine entstanden, indem sie die vielfach in Mulden und Sätteln gebogenen Schichten quer durchschneiden und verwerfen. Dies deutet darauf hin, dass ihre Entstehung nahe zusammenfällt mit der Zersprengung und den Störungen im benachbarten Buntsandstein-, Muschelkalk- und selbst im angrenzenden lothringischen Keupergebiet. Jedenfalls müssen die bis in letzteres reichenden Verwerfungsspalten wenigstens als Nachzuckungen der in älteren Gebirgen vor sich gegangenen Bewegungen angesehen werden. Da sie sich hauptsächlich in dem westlicher älteren Gebirge in grösster Häufigkeit bemerkbar machen, lassen sie sich kurz als westlicher Querverwerfungsspalten bezeichnen.

Eine besondere Bedeutung gewinnen diese Querstörungen, welche im südlichen Theil der Haardt auch nicht fehlen, stellenweise sogar sehr beträchtlich sind, gegen das Nordostende des Haardtgebirges zwischen Dürkheim und der Gegend am südöstlichen Fuss des Donnersbergs. Hier senken sich die jüngsten Glieder des Buntsandsteins mit dem Muschelkalk von der Kuppe des Gebirgs bis in die Rheinfläche am Eisbach-Thalrande bei Ebertsheim und bei Neu- leiningen. Zugleich treten hier schon NW. von Dürkheim an ungewöhnlich häufig mehr oder weniger quer zur Längenspaltenrichtung verlaufende Zerklüftungen hervor, an denen die jüngeren Schichten allmählich niedergesenkt sind und die die von da an in nordwestlicher Richtung verlaufende Randbegrenzung des älteren Gebirgs bedingen. Dadurch wurde der Erweiterung des eigentlichen, mit ausgedehnten Tertiärgebilden erfüllten Mainzer Beckens Raum gegeben.

Mit der Spaltenbildung im Buntsandsteingebeite steht in der Bergzaberner Gegend das Vorkommen von Brauneisenerzgängen bei Nothweiler, N.-Schlettenbach und im sog. Petronell als Kluftausfüllungen von Spalten, durch die eisenhaltiges Wasser aufgestiegen ist, in engster Beziehung. Diese Erze wurden früher bergmännisch gewonnen und in Schönau verschmolzen. Einer ähnlichen Entstehungsweise dürfte auch das Vorkommen von Bleierzen, hauptsächlich Grünbleierz mit dem seltenen Dechenit, auf einem längs einer Spalte fortstreichenden Gang bei Erlenbach zuzuschreiben sein. Beiderlei

Arten von Erzgängen setzen auch im benachbarten Elsässer Gebirge fort. Dass auf den Klüften, längs welchen grössere Gesteinschollen aus ihrer früheren Lage verrückt wurden, häufig Rutschflächen, welche oft mit einem dichten Beleg überdeckt, dabei spiegelglatt polirt und in der Bewegungsrichtung gestreift sich zeigen, zu beobachten sind, ist selbstverständlich; sie sind Erzeugniss der aneinander mit grossem Druck verschobenen Gesteinstücke.

Nachdem das geotektonische Verhältniss des Haardtgebirges, so weit es der Zweck dieser kurzen Erläuterungen gestattet, in allgemeinen Zügen und ohne eingehendere Begründung erörtert worden ist, haben wir bezüglich der Rheinfläche der früher gegebenen Schilderung nur noch Weniges über den geotektonischen Aufbau der in derselben vorfindlichen Ablagerungen hinzuzufügen. Wir erinnern zunächst an die vielfach verbreitete, scheinbar deutlich erklärbare, jedoch irrthümliche Annahme, dass die breite Vertiefung zwischen dem rechts- und linksrheinischen Gebirge durch grossartige Rheinhuthungen ausgewaschen und ausgefurcht worden sei. Dagegen ist festgestellt, dass diese Eintiefung sich gebildet hat lange bevor es einen Rheinstrom gab und dass dieser erst nachträglich in dem bereits wieder mit verschiedenem Gesteinsmaterial bis zu beträchtlicher Höhe ausgefüllten und z. Th. ausgeebneten Flachland sein relativ schmales Rinnsal eingegraben hat. Der Entstehung der Rheinthalfläche lagen andere geologische Verhältnisse zu Grunde. Ohne auf die allerälteste Oberflächen-Ausgestaltung der mittelhheinischen Gegend noch einmal einzugehen, da die Annahmen darüber immerhin nicht ganz sicher gestellt sind, sei auf die früher angedeutete Wahrscheinlichkeit hingewiesen, dass schon zur Triaszeit vorgebildete Unebenheiten und Einbuchtungen zwischen den älteren Kerngebirgen der jetzigen mittelhheinischen Gegend vorhanden waren, welche der Ablagerung jüngerer Trias- und jurassischer Gebilde mit Ausschluss von cretacischen Schichten an verschiedenen Stellen Raum gegeben haben. Grossartige dislocirende Bewegungen jedoch, welche wohl mit dem Beginn der Erhebung des Alpenhochgebirgs in Zusammenhang stehen, erstreckten sich erst später auf das mittelhheinische Gebiet zwischen den Gebirgskernen der Vogesen, des Haardtgebirges, des Schwarz- und Odenwaldes und bewirkten hier Niederbrüche und Einsenkungen der gespaltenen und zerklüfteten, in der Bruchrichtung gelagerten Schichtgesteine in eine beträchtliche, bis jetzt noch nicht ermittelte Tiefe und über die ganze Breite der Rheinfläche hinweg. An den Abbruchsrändern gegen das stehengebliebene oder nur durch einzelne Verwerfungen gestörte Gebirge sehen wir jetzt noch die Reste der letzten abgestürzten Schollen eng an den Gebirgss Fuss angelehnt und staffelförmig gegen die Tiefe abgesunken. Dieser gewaltige breite und tiefe Niederbruch, welcher wohl nicht auf einmal, sondern innerhalb eines längeren Zeitabschnittes sich vollzogen haben wird, scheint der Hauptsache nach in der Periode vor der Entstehung der hier entwickelten Tertiärgebilde stattgefunden zu haben.

Es zeigen zwar die ältesten dieser Tertiärablagerungen von obereocänem Alter, welche aus einem Süsswasserbecken abgesetzt worden sind, z. Th. eine starke Schichtenneigung, welche jedoch nicht als solche der grossen Nieder-

bruchskatastrophe und eines Absturzes von einem vordem auf den höchsten Gebirgstheilen lagernden Schichtencomplexe sich ansehen lässt. Alle Verhältnisse sprechen vielmehr dafür, dass diese Schichten schon ursprünglich keine viel höhere Lage als ihre gegenwärtige eingenommen und nur durch Unterwaschungen oder Nachzuckungen der Hauptniederbruchskatastrophe eine Neigung erlitten haben. Wir gelangen bei dieser Annahme zugleich zu einer mit der Verbreitungsweise der verschiedenen Tertiärablagerungen in der mittelhheinischen Senke übereinstimmenden Anschauung. Wie nämlich der ganze Einbruch nicht auf einmal erfolgt gedacht werden kann, so darf man auch nicht annehmen, dass die durch die Niederbrüche und Senkungen entstandene Mulde eine gleichförmige Vertiefung darstellte; sie wurde vielmehr durch ungefähr quer verlaufende Erhöhungen oder Schwellen in mehrere Buchten gegliedert, wodurch der Ausdehnung der tertiären theils ausgesüsst, theils marinen und brackischen Wasserbecken gewisse Schranken gesetzt waren. So reichen die obereocänen Kalke vom Bastberg bei Buchweiler auf der einen Rheinseite nicht weiter nach N., auf der rechten Rheinseite nur bis gegen Langenbrücken. Weiter greifen in dieser Richtung schon die unteroligocänen Petroleumsande vor. Ein inzwischen eingetretener Wechsel in der Beschaffenheit der Wasserbedeckung bezeugt die Fortdauer der umgestaltenden Kräfte, namentlich die Verlegung der Meere durch Dislokationen ausserhalb unseres engeren Gebiets. Es beginnen die Fluthen des tongrischen Meeres und zwar von N. her einzudringen, infolge dessen die unteroligocänen Petroleumsande durch Küstenconglomerate und dem Septarienthon ähnliche Schichten einen Uebergang in die mitteloligocänen Meeressande und in den Septarienthon erkennen lassen. Dies beweist, dass auch die unteren oligocänen Ablagerungen in der bereits gebildeten Rheinmulde entstanden sind, wie die nächst jüngeren, deren Lage auf ursprünglicher Stätte nicht in Zweifel zu ziehen ist. Die im Oberelsass vorfindlichen Gebilde dieses Alters gehören einem anderen Absatzgebiet, das sich dem alpinen anschliesst, an.

Diese Scheidung eines oberen und unteren mittelhheinischen Tertiärbeckens, welche durch Untergrundschwellen bedingt erscheint, tritt um so deutlicher hervor, in je jüngere Zeiten wir die oligocänen Tertiärgebilde und das Miocän verfolgen, welches in dem nächsten Gliede, dem Litorinellen- oder Hydrobienkalke, südwärts zuletzt in der Felseninsel von Büchelberg bei Lauterburg aufragt, dann aber im Elsass nicht mehr wieder zum Vorschein kommt, dagegen im N. zwischen Grünstadt, Mainz und Bingen die ganze breite Landschaft in Beschlag nimmt, als das charakteristischste Gestein des unteren oder eigentlich Mainzer Beckens der mittelhheinischen Niederung. In dieser Art der Verbreitung scheint mit allmählicher Rückkunft des Meeres eine nach N. fortschreitende Aussüsung sich zu verbinden. Der Abfluss des Sees hat bereits einen Weg nach N. gefunden. Mitteloligocäner Meeressandstein und damit eng verbunden der Septarienthon beschränken sich von der Gegend von Lobsann — Weissenburg auf schmale, dem Gebirgsfuss unmittelbar angelagerte Streifen bei Landau (Eschbach — Madenburg), Battenberg, Weinheim, verbreiten sich dann weiter über die Höhen bei Fürfeld, Ebernburg und

Kreuznach und verbinden sich durch Ablagerungen am Taunusrand mit den nördlicher liegenden mitteldeutschen Gebieten.

Die oberoligocänen Cyrenenmergel dehnen sich schon beträchtlich weiter gegen die Muldenvertiefung aus. Abgesehen von den Schollen im Breuschthal des Oberelsässer Gebiets tauchen sie im Thale bei Ilbesheim, Edenkoben, Neustadt, Dürkheim, weiter thalabwärts im Zeller Thal und tiefer im Mainzer Becken in immer beträchtlicherer Verbreitung unter den Litorinellenkalken auf. Ihnen folgen in dem gleichen Gebiete die untermiocänen Cerithien- und Landschneckenkalke, bis bei vollständiger Aussüßung des Sees die Litorinellenkalke fast den ganzen nördlichen Theil des Beckens in grosser Mächtigkeit erfüllen und die miocänen Ablagerungen zum Abschluss brachten. Wir stehen damit vor einem entschieden neuen Abschnitt in der Ausbildungszeit des mittelhheinischen Beckens. Es verliert sich ohne allen Uebergang der Kalkgehalt der die jüngeren Ablagerungen liefernden Gewässer, es entstehen neue Fluthbewegungen und diese greifen wieder weiter über die Grenzen des Litorinellen-Sees nach Süden vor. Die tiefsten Lager dieser neuen Periode füllen mit dem berühmten *Dinotherium*-sand von Eppelsheim bei Alzey in ungleichförmiger Lagerung die Unebenheiten der Litorinellenkalke aus. Sie bestehen aus grobem Quarzsand, Quarz- und Quarzitgeröll von heller Farbe, aber häufig durch Eisenoxydhydrat etwas verkittet und gelblich gefärbt, und sind, wie bereits erwähnt wurde, die Fundstätte der riesigen Knochen von *Dinotherium giganteum*, *Mastodon angustidens*, *Rhinoceros incisivus*, *Tapirus priscus*, *Machairodus cultridens* u. A.

Dass wir hier einen Absatz aus fluthenden Gewässern vor uns haben, ist nicht zweifelhaft. Die grobe Beschaffenheit dieser tiefsten pliocäntertiären Ablagerung weicht rasch einer gleichmässig feinkörnigen und bedingt die in der Technik ausgedehnte Benützung des meist blendend weissen Kalk- und Glimmer-freien, früher schon beschriebenen sog. Kleb- oder Glassandes mit Zwischenlagen von plastischem Thon und einer Braunkohlenbildung. Sehr auffallend ist die durchweg weisse Farbe dieses Sandes in der nächsten Nähe des rothen Sandsteingebirgs. Man muss annehmen, dass zur Zeit des Absatzes dieses Sandes das benachbarte Gebirge noch nicht durch Thäler tief aufgeschlossen und von Seitenflüssen durchzogen war, während der längs des Randes so grossartig vorherrschende ausgebleichte Sandstein in seinen Quarzkörnchen durch Abwaschung das Material zum Klebsand lieferte, und dies feine thonige Bindemittel durch einen Schlammprozess dem plastischen Thon seinen Ursprung gab. Möglicherweise ist die Ausbleichung dieses Sandes auf dieselbe Ursache zurückzuführen, welche auch der Ausbleichung der Sandschichten des Buntsandsteines zu Grunde lag, nämlich der Einwirkung stark kohlensäurehaltiger Gewässer.

Ogleich zunächst nicht mit den tertiären Ausfüllungsmassen der Rheinniederung direkt in Verbindung stehend, muss doch an dieser Stelle das Vorkommen von Eruptivgesteinen erwähnt werden, deren Durchbruch aus dem Untergrunde weit überwiegend in die Tertiärzeit fällt. Es sind Basalt-artige Gesteine, welche vereinzelt und zerstreut in meist kleinen Kuppen zwischen vortertiären Schichten anftauchen und mit Ausnahme des

mächtigen Kaiserstuhls im Breisgau auf das Gebiet des älteren Gebirgs sich beschränken oder doch, wie in Rheinhessen, mit älteren Schichtgesteinen verbunden sind, ohne Tertiärablagerungen zu durchsetzen. — Dass die grosse Eruptionsepoche der basaltischen, trachytischen und phonolithischen Massengesteine mit der in die Tertiärzeit fallenden gewaltigen Oberflächenveränderung genetisch zusammenhängt, ist kaum zweifelhaft, aber das Auftreten solcher Eruptivgesteine in mittelh rheinischem Gebiete darf nicht als Ursache, sondern nur als Folge der hier stattgehabten Dislokationsvorgänge angesehen werden. Das pfälzische Gebiet hat nur an einem Punkt Eruptionen von basaltartigen Massengesteinen, nämlich von sog. Limburgit am Pechsteinkopf bei Forst, aufzuweisen, wo auf beiden Seiten eines Thälchens von Tuff umhüllte, in hohen Säulen ausgebildete Basaltfelsen mitten zwischen Buntsandstein und einer eingeklemmten Scholle von stark verändertem Muschelkalk auf einer N-S. verlaufenden Spalte zu Tag treten. Darüber wird später ausführlicher berichtet werden.

Eine neue Periode in der weiteren Entwicklung unseres Gebietes beginnt mit der Wiederholung von Fluthablagerungen in Form von grobem Geröll und Sand. Es ist der Beginn der quartären, diluvialen oder pleistocänen Zeit, innerhalb welcher bis zu einer beträchtlichen Höhe die vollständige Auffüllung und weitgreifende Einebnung der Rheinfläche sich vollzog und zugleich der Lauf der Gewässer nach und nach in diejenigen Bahnen eingewiesen wurde, die dem gegenwärtigen Wassernetze zu Grunde liegen. Der Rhein gewann in den bereits abgelagerten Diluvialgebilden, in die er sich tief und tiefer sein Bett ausfurchte, seinen Ablauf nach Norden, und in die bis dahin so gut wie abgeschlossenen Randgebirge begannen zahlreiche allmählich sich vertiefende Thalungen einzuschneiden. Von Seitengebirgen abgenagtes und durch die Bergwasser der Hauptniederung zugeführtes Material betheiligte sich neben den grossartigen Massen von Sand, Geröll und Schlamm, welche aus den alpinen Molassegebieten und den vergletscherten hohen Gebirgen als Glacialschutt über die Rheinfläche ausgegossen wurden, an dieser Auffüllungsarbeit, wie solche in dem Vorausgehenden kurz geschildert wurde.

Dass an diesen Aus- und Umgestaltungen der Landschaft bis in die Gegenwart noch kein Stillstand eingetreten ist, beweisen die fortdauernden Veränderungen, welche die Hauptwasseradern, der Rhein und seine Zuflüsse, bethätigen, ja selbst der tiefste Untergrund scheint auch hier noch nicht völlig zur Ruhe gekommen zu sein, wie die ziemlich zahlreichen Erdbeben beweisen, welche zeitweise den Boden der Rheinfläche erschüttern.

Bemerkungen zu den auf dem Blatte Speyer dargestellten geologischen Verhältnissen.

Nachdem im Vorausgehenden ein allgemeiner Ueberblick über die geologischen Verhältnisse des Haardtgebirgs und der Rheinfläche innerhalb der Pfalz gegeben worden ist, dürfte es zum Verständniss der auf dem Blatte Speyer gegebenen geologischen Darstellung genügen, soweit es der

Zweck dieser kurzen Erläuterungen ist, einige wenige Einzelheiten hier weiter zu erörtern.

Gneiss und Granit.

Die aus dem archaischen Urgebirgskern des Hardtgebirges in tiefen Thaleinschnitten herausgeschälten krystallinischen Gesteine beschränken sich wesentlich auf Gneiss und Granit.

In dem tiefsten Thaleinschnitt, da wo die Queich aus dem Gebirge heraustritt, ist in dem Dorf Albersweiler schon seit alter Zeit das Vorkommen von Gneiss auf beiden Thalseiten bekannt; dasselbe wurde in neuerer Zeit durch den Eisenbahnbau und durch grossartige Steinbrüche behufs Gewinnung von Strassenbeschotterungsmaterial, wozu das Gestein seiner Festigkeit wegen ganz vorzüglich sich eignet, in sehr ausgedehnter Verbreitung der Beobachtung zugänglich gemacht. Auf der Südseite des Thals ist das Gestein unmittelbar an der Eisenbahn in einer Höhe bis zu 30 m aufgeschlossen. Die Kuppe endigt oben mit einer unebenen Fläche mit Vertiefungen und Erhöhungen, welche von dem Conglomerat des oberen Rothliegenden überdeckt sind. Ausserdem wird der Gneiss hier von mehreren, bis zu 3 und 4 m mächtigen Gängen eines schwarzen Eruptivgesteins durchbrochen, welches, zu Strassenmaterial nicht verwendet, in den Steinbrüchen in Form von Rippen, Mauern und Wänden (sog. Fäule der Steinbrecher) stehen gelassen wird und dadurch einen ganz eigenthümlichen Anblick gewährt. Auf der Nordseite des Thales ist das Ausstreichen des Gneisses noch ausgedehnter, der Aufschluss durch Steinbrucharbeit aber ist hier geringer und reicht nur bis zu etwa 12—15 m empor, wo das Gestein von einem grauen und rothbraunen Melaphyr-ähnlichen Eruptivgestein von porphyrischem Aussehen und mit vielen Blasenräumen (Mandelstein) lagerartig und darüber von Conglomeratbänken des Rothliegenden überdeckt wird.

Der Gneiss zeichnet sich durch seine körnige Granit-artige Beschaffenheit aus; manche Lagen besitzen sogar ein ganz granitisches Gefüge. Im Uebrigen ist das Gestein deutlich geschichtet mit einer Streichrichtung von O. nach W. und steilem unter 65° — 75° in welligen Biegungen bald nach S. bald nach N. gewendetem Einfallen. Die Hauptgemengtheile sind weit überwiegend Quarz und meist röthlicher Orthoklas, denen sich in mehr untergeordneter Menge schwarzer Biotit, die Schichtung anzeigend, beigesellt. Der Glimmer ist meist auf den Schichtungsflächen und oft auch in Butzen angehäuft, dem sonst vorherrschend röthlichen Gestein einen grauen Farbenton verleihend. Neben dem Biotit findet sich, aber nur auf einzelne Lagen beschränkt, Hornblende.

Das schwarze Durchbruchsgestein, dessen Gänge entweder den Gneiss seiner ganzen Mächtigkeit nach durchsetzen, oft aber auch sich nach oben auskeilen, zuweilen sich vergabeln und verzweigen, gehört der Gruppe der sog. Hornblende-Kersantite an, die wir auch in dem Thonschieferaufbruch bei Weissenburg wieder antreffen und die in den Vogesen mehrfach auftreten. Die feinkrystallinische Grundmasse setzt sich aus kleinen leistenförmigen Plagioklasnadelchen, einzelnen Quarztheilchen, dunklem meist

chloritisch umgeändertem Glimmer, Hornblende und Magneteisen zusammen. Zum Zeichen der eruptiven Natur umschliesst das Gestein zuweilen Brocken von Gneiss. Auf den Salbändern sind häufig Krystalle von Siderit, Kalkspath und von Schwerspath neben Rotheisenrahm angesiedelt. Neben den Salbändern ist die Gesteinsmasse meist stark zersetzt.

Weniger ausgedehnt, aber an zahlreicheren Stellen des Gebirgsrandes steht der Granit zu Tag an. Von Süden her begegnen wir ihm zuerst in dem tiefen Einschnitt des Waldhambachthales bei der Kaisersbacher Mühle südwestlich von Landau in einer kleinen Kuppe auf der Nordseite und in grösserer Verbreitung im Walde auf der Südseite, wo zahlreiche Blöcke sein Vorkommen verrathen. Das Gestein ist hier ein typischer grobkörniger, zweiglimmeriger, vorwaltend Biotit-führender Granit.

Weiter nördlich ist Granit am Gebirgsrande zwischen Gleisweiler und Edenkoben an mehreren Stellen blossgelegt. An der Burrweiler Mühle durchsetzen mehrere verhältnissmässig schmale, gegen 1 m mächtige Gänge die später zu schildernden Thonschieferschichten. Das Gestein ist hier mittel- bis feinkörnig, reich an Biotit neben mehr vereinzelt Muskovitschüppchen und von Quarzadern durchzogen. Solche Gänge setzen am Gehänge gegen die St. Annakapelle fort. In grösseren Massen ist dieser Granit durch die Schlossbaue der Ludwigshöhe aufgedeckt worden. Das Gestein ist hier sehr zersetzt, grusig. Es wird von feinkörnigen, dichten, glimmerarmen Granitgängen durchsetzt im Gegensatz zu den grobkörnigen, pegmatitischen Gängen, welche in der Nähe der St. Annakapelle und in der Thalsole bei Burrweiler, weissen Glimmer (Muskovit) führend, austreichen. Bemerkenswerth ist, dass in dieser Gegend die Thonschiefer in der Nähe der Granite in Hornfels und Knotenschiefer wie im Andlauer Thal der Vogesen umgewandelt sind.

Thonschiefer und Grauwacke-Schichten nebst Kersantit.

Wie die oben erwähnten krystallinischen Gesteine finden sich am östlichen Gebirgsrande der Haardt auch offenbar jüngere Thonschiefer- und Grauwacken-Schichten, die dem Gebirgskern angehören, blossgelegt. Schon an der Elsässer Grenze bei Weiler 3 km westlich von Weissenburg ist durch die Eintiefung des Wieslauterthals eine solche Thonschiefer- und Grauwacken-Kuppe auf beiden Thalseiten aufgeschlossen, welche bei Germannshof bis in das Pfälzer Gebiet herein ragt. Leider fehlen organische Einschlüsse, welche das Alter dieser Schichten näher zu bestimmen gestatteten. Doch schliesst die petrographische Beschaffenheit ihre Zugehörigkeit zu den archaischen Phylliten aus und weist dieselben der paläolithischen Gruppe zu. Wir werden später Gelegenheit finden, ihre wahrscheinliche Zutheilung zu den präcarbonischen Kulmbildungen zu erörtern.

Die deutlich geschichteten, dünnschiefrigen Gesteine gehören vorwaltend einem halbkrySTALLINISCHEN, Hornfels-ähnlich dunkelgrauen bis schwarzen Thonschiefer an, mit welchem mehr untergeordnete feinkörnige Grauwackenschiefer wechsellagern. Das Schichtenstreichen ist vorwaltend in St. 3—4 mit wechselnder Fallrichtung, im Dorf Weiler steil nach NW., höher im Thal

nahezu seiger und oberhalb der Kapelle nach SO., also in umgekehrt fächerförmiger Stellung.

Dieser merkwürdigen, durch den tiefen Thaleinschnitt der Wieslauter blossgelegten Kuppe älterer Thonschieferschichten verleiht das Mitvorkommen von zahlreichen Eruptivgängen ein erhöhtes Interesse. Das Gestein der meist dem Schiefer conform eingelagerten, stellenweise aber dieselben auch nahezu senkrecht durchsetzenden Gänge gehört, wie die Ganggesteine im Gneiss von Albersweiler, wenn auch petrographisch unter sich etwas verschieden, doch geologisch der Kersantit-Gruppe an. Die feinkrystallinische Grundmasse besteht aus Plagioklas, Augit (zum Theil Hornblende), Glimmer und Magneteisen, die meist auch in grösseren Krystallen eingesprengt sich vorfinden und dadurch dem Gestein eine porphyrische Beschaffenheit verleihen. Quarzkörnchen, Apatit, Kalkspath und z. Th. zersetzte Glasmasse kommen accessorisch vor. Härtere Grauwackenlagen und das Quarzgestein werden als Strassenmaterial in Steinbrüchen gewonnen.

Schollen von Thonschiefer und Grauwacken, die sich am Gneissaufbruch im Queichthal bei Albersweiler finden, weisen auf die weitere Fortsetzung dieser Gebilde nach Norden hin; anstehend sind sie hier noch nicht angetroffen worden. Dagegen stossen wir bei Gleisweiler und Burrweiler wieder auf eine grössere Partie dieser Schiefer, die schon bei dem Granitvorkommen erwähnt wurden. Auch hier betheiligen sich dunkelfarbige Grauwacke- und Thonschiefer-Schichten, erstere vorwaltend, letztere oft in glimmerführende Knotenschiefer umgeändert, an dem Aufbau dieser in mehrere Schollen zerstückelten alten Schieferkuppe. Die von Granitgängen durchbrochenen und von Quarzadern durchzogenen Schichten streichen durchschnittlich in St. 5 und sind sehr steil aufgerichtet. Auch ein Kersantitgang wurde hier beobachtet.

Noch weiter gegen Norden sind am sog. Schieferkopf zwischen Ober-Hambach und der Maxburg in einem grossen Steinbruche die gleichen Schiefer, hier vorwaltend Grauwacke, mit einem Streichen in St. 3 und nordwestlichem, nicht steilem Einfallen am Gebirgsfuss aufgeschlossen. Das Gestein wird als Strassenmaterial gebrochen. Grobes Conglomerat des Rothliegenden überdeckt die Schieferkuppe und verhüllt deren Fortsetzung, als welche wir unzweifelhaft den grossartigen Aufschluss im Neustadter Thal unmittelbar bei Neustadt aufzufassen haben.

Auf der Südseite dieses Thals sind die vorwaltenden Grauwackenschichten und die mit diesen wechsellagernden grauen und röthlichen Thonschiefer an der Correlsmühle auf eine beträchtliche Länge angeschnitten und aufgeschlossen worden. Hier fanden sich in der feinkörnigen Grauwacke Algenähnliche Zeichnungen und Fetzen von Farnabdrücken, die zur Gattung *Cyclopteris* zu gehören scheinen. Darauf gründet sich die Vermuthung, dass diese alten Schiefer dem System des Kulms angehören könnten. Eine Sicherheit gewähren diese dürftigen organischen Ueberreste nicht. Vielfach werden diese Schichten der Gesteinsähnlichkeit wegen für devonisch angesehen.

Da diese Schiefer, deren härtere Lagen früher als Strassenmaterial verwendet wurden, am Fusse des Nollenbergs auftreten, werden sie in der Gegend allgemein als Nollenstein bezeichnet.

Auch auf der Nordseite des Thals sind an den letzten oberen Häusern von Neustadt, dem Fusse des Bergabhanges entlang, ganz dieselben Schieferschichten bei dem Fundamentgraben aufgeschlossen worden. Sie ziehen sich hier hoch am Gehänge, wo ein alter Steinbruch sichtbar ist, empor und wurden in der Stadt selbst durch Bohrung bis zu einer Tiefe von 114 m nachgewiesen. Die Schichten streichen abgesehen von vielfachen Verwerfungen, Knickungen und Biegungen nordsüdlich und fallen unter beiläufig 45° nach W. ein.

Dieser Aufbruch der alten Schiefer am Gebirgsrande ist nach N. hin der letzte, der bis zu Tag reicht, dass dieselben aber noch weiter nach N. fortsetzen, beweist der Aufschluss in einem Bohrloch nach Salzsoole in Dürkheim, in welchem bei 290 m, wie auch in einem Bohrloch bei Gimmeldingen bei 143 m, unzweifelhaft ganz dieselben Schieferschichten vorkommen, nachdem von Tag an erst ausgebleichter Buntsandstein und dann bis zum Schiefer Rothliegendes durchteuft worden war. Dieses Bohrergebniss ist desshalb von grosser Wichtigkeit, weil es beweist, dass in dieser Gegend des Haardtgebirges das Kohlengebirge nicht vorhanden ist.

P e r m b i l d u n g e n .

Rothliegendes, Zechstein, Melaphyr und Porphyre.

Nach der Ausbildung der krystallinischen archaischen Gesteine und der alten Thonschieferschichten sammt ihrer Gangeinschlüsse trat, selbst wenn diese Thonschiefer dem Kulmsystem zuzurechnen sind, eine Unterbrechung in der regelmässigen Aufeinanderfolge der am Aufbau der Erdrinde beteiligten Glieder in unserem Gebiete ein. Es fehlen hier durchweg alle Anzeichen von Gesteinen, welche den typischen Carbonablagerungen und selbst den älteren Stufen des Permsystems angehören. Erst mit dem jüngsten Rothliegenden und Zechstein setzt die Betheiligung an dem weiteren Aufbau des Haardtgebirgs wieder ein. Grossbrockige Conglomerate, Arkosen-artige grobe rothe und feinkörnige graue Sandsteine des Rothliegenden, intensiv eisenrothe, grünaugige Schieferthone — sogenannte Röthelschiefer — gelblichweisse krystallinische Dolomite, die den Zechstein vertreten, dann diesen Schichtgesteinen angeschlossene Melaphyre mit ihren Tuffen und Porphyre, alle diese Gesteine von ganz anderer Art als jene im Westen des Gebirgs, in der Hinterpfalz, was auf eine wenigstens theilweise Scheidewand zwischen beiden Ablagerungsgebieten hinweist, zeigen sich am Ostrande der Haardt in allen tiefen Thaleinschnitten bis nach Dürkheim reichlich entwickelt und blossgelegt.

Denselben geologischen Verhältnissen begegnen wir am Ostfuss der Vogesen. Von da erstrecken sich die permischen Bildungen nordwärts ins Pfälzer Gebiet, wo sie zunächst im Wieslauterthal oberhalb Weissenburg

bei Weiler und Germannshof zu Tag treten. Hier überdecken die früher erwähnten alten Thonschieferschichten nahezu horizontal liegende Bänke eines locker durch Eisenthon, selten durch Jaspis-artige Kieselsäure gebundenen Rothliegenden-Conglomerats, welches aus wenig abgeschliffenen, meist nur kantenabgerundeten Rollstücken der aufgewühlten Untergrundgesteine, besonders von Grauwacke, untermengt mit Bruchstücken von Gneiss, Granit, Porphyry und Quarz zusammengesetzt ist. Vereinzelt treten graue, Arkosen-artige, Feldspath-reiche Sandsteine hinzu und nach oben herrschen fast ausschliesslich Röthelschieferschichten. Zuoberst, den Abschluss dieses Systems bezeichnend, stellt sich in unregelmässigen Lagen und Knollen schmutzig gelblichweisser Dolomit ein, welcher, obwohl hier ohne organische Einschlüsse, doch wohl als Vertreter des Zechsteins angesehen werden darf.

In gleicher Entwicklung tauchen Schichten des Rothliegenden nun weiter nordwärts in fast allen tieferen Thaleinschnitten des Gebirgsrandes auf: zunächst oberhalb Weiler in Folge einer im Untergrund fortziehenden Aufwölbung im Bachthälchen zwischen dem H.-Derst und Humburg, dann stehen sie im Otterbachthale oberhalb der Brücklesmühle an und in den Verzweigungen des Erlenbachs bis Birkenhördt und Blankenborn.

Eine zweite Aufwölbungszone zieht sich von der elsässer Grenze unterhalb Schönau bis O.-Weidenthal fort und ist in den Einschnitten des Wieslauterthals und seiner Seitenthälchen auf weite Strecken blossgelegt.

In weiterer Fortsetzung wiederholen sich diese Ablagerungen im Klingen- und Kaisersbach- Thale zugleich in enger Verknüpfung mit Melaphyr-Bildungen, welche ähnlich, wie die Grenzmelaphyre des Hinterlandes zusammengesetzt, oberhalb Klingenmünster und bei Silz, bei der Kaisersbacher Mühle und Waldhambach, dann im Seitenthälchen oberhalb dieses Orts gegen den Rehberg und im Hainbachthälchen in Begleitung von Mandelstein und tuffigen Bildungen*) zu Tag treten. Sie haben z. Th. das Material zur Zusammensetzung der darüber befindlichen Absätze vom Rothliegenden geliefert.

In diesen Aufbrüchen begegnen wir an mehreren Stellen an der Grenze des auflagernden Buntsandsteins jenem gelblichen Dolomit des Zechsteins, den wir im Queichgebiet näher kennen lernen werden. Solche Einlagerungen sind am Südfuss der Madenburg und an den Berggehängen bei Waldrohrbach aufgefunden worden. Aehnlich verhält es sich im Eschbacher- und Leinsweiler-Thälchen.

Am ausgedehntesten ist das Rothliegende im Queichthalgebiet von Albersweiler bis über Annweiler hinaus und in zahlreichen Seitenthälchen verbreitet. Bei Albersweiler liegt ein grobes, schmutzigrothes, grossbankiges Conglomerat mit oft kopfgrossen Rollstücken, alle Unebenheiten des unmittelbar unterlagernden Gneisses in horizontaler Lagerung ausfüllend und ein-ebnend. Solche Conglomerate (ro¹ der Karte), welche in grobkörnige, graue und rothe, Feldspath-führende Sandsteine übergehen, vielfach durch eisen-reiches, thoniges Bindemittel verkittet, nur locker gebunden sind und durch Verwitterung grosse Mengen von Rollsteinen liefern, bilden die tiefsten Lagen

*) Die eingehendere Schilderung dieser Gesteine bleibt der ausführlichen geologischen Beschreibung der Pfalz vorbehalten.

des gegen 100 m mächtigen Oberrothliegenden unmittelbar über dem älteren Grundgebirge. Darüber folgen in reicher Entwicklung feinkörnige, dünn-schichtige, rothe, thonige Sandsteine und vorwaltend der intensiv rothe, grün-augige Röthelschiefer in beträchtlicher Mächtigkeit (75—100 m) in den sanft ansteigenden Gehängen bis Wernersberg, Bindersbach, Rinnthal, Gräfenhausen, Eusserthal und Ramberg hinauf. Meist knollenförmige Einlagerungen von schmutzig hellgelbem Dolomit, der sich durch sandig thonige Beimengungen von eigentlichem Zechsteindolomit unterscheidet, stellen sich in dieser Region ein.

Das Schlussglied dieser jüngeren Region des Oberrothliegenden ist durch das Vorkommen von ein oder zwei schwachen, 0,1—0,2 m mächtigen Bänken eines hellgelblichen, meist krystallinischen Dolomites gekennzeichnet, welcher durch den Einschluss charakteristischer Versteinerungen: *Gervillia antiqua*, *Schizodus truncatus*, *Mytilus Hausmanni* u. s. w. sicher als ein Aequivalent des oberen Zechsteins angesehen werden darf. Solche Lagen (z der Karte) wurden zuerst am Hohenberg entdeckt, dann auch an zahlreichen anderen Stellen bei Annweiler, welche die Karte näher angiebt, so bei Eusserthal, Waldrohrbach, Silz, Münchweiler, O.-Otterbach, Bundenthal, Schönau, an der Madenburg, bei Edenkoben in der Nähe der Kropfburg u. s. w. wiedergefunden.

Weiter nach Norden verringern sich die Aufschlüsse im Rothliegenden am Ostfuss des Gebirges in auffallender Weise. Am äussersten Rande ziehen sie sich mit den alten Thonschiefer- und Granitaufbrüchen, dieselben überlagernd, von Gleisweiler über Burrweiler bis ins Thal von Edenkoben, dann mit kurzen Unterbrechungen von St. Martin, U.-Hambach, Maxburg ins Neustädter Thal weit hinein. Bemerkenswerth auf diesem Zuge ist das Vorkommen von Melaphyr am Schieferkopf und ganz benachbart von einer kleinen Kuppe eines Porphyrs im Thälchen bei O.-Hambach, dessen Aussehen durch die reichliche Ausscheidung grösserer Orthoklas- und Quarzkörner in der hellgelblichen und grauen, feinkrystallinischen Grundmasse mit z. Th. sphärolithischen Absonderungen auffallend von der Beschaffenheit der Porphyre des westlichen Hinterlandes und des Donnersberges abweicht und dem Gestein eine gewisse Aehnlichkeit mit den Porphyren des Odenwaldes verleiht. Eine Kuppe eines petrographisch sehr verwandten Porphyrs ragt, überdeckt von Rothliegendem-Conglomerat in einem Seitenzweig des Neustädter Thals am Silberthalhang oberhalb Lindenberg hoch über die Thalsole empor. Das Gestein ist sehr zersetzt, braunroth und grau gefärbt und zeichnet sich durch die Häufigkeit der eingestreuten Mineralien — Orthoklas, Quarz und minder häufig schwarzen Glimmer — besonders aus. Den Entblössungsstellen des Rothliegenden am Gebirgsrande nahezu parallel sind Conglomerate und Röthelschiefer der grossen Verwerfungsspalte entlang, die von Albersweiler über Lambrecht bis über Hardenburg hinausstreicht, reichlich aufgeschlossen sowohl im Gleisweiler-, wie im Madenbach-, in dem Speyerbachthale bei und oberhalb Lambrecht und, wie schon erwähnt wurde, im Thälchen oberhalb Lindenberg. Die letzten Spuren des Rothliegenden an diesem Gebirgsrande wurden bei einer Grundgrabung an einem der letzten Häuser

von Dürkheim gegen Grethen zu in Form intensiv rothen Röthelschiefers aufgedeckt.

T r i a s b i l d u n g e n .

Buntsandstein.

Obgleich im Vorausgehenden die stufenweise Gliederung der dem Buntsandsteinsystem angehörigen, die Hauptmasse des Haardtgebirges ausmachenden Sandsteinbildungen bereits im Allgemeinen erörtert wurde, so wollen wir doch zur bequemerer Orientierung in besonderer Rücksicht auf das vorliegende Kartenblatt das Skelet dieser Eintheilung hier wiederholen.

Gliederung des Buntsandsteins.

Oben: Muschelsandstein des Muschelkalks mit der Grenzschiefer eines sandigen Dolomits.

I. Oberer Buntsandstein.

a. Obere Stufe:

1. Bunte, roth, grünlich und graugefärbte Schieferthone und Lettenschiefer, Röth 1—5 m
2. Voltziensandstein, feine, lichtfarbige, z. Th. plattige, weisse, rothe Bausandsteine 12—15 „

b. Untere Stufe: Zwischenbildung.

3. Rothe, buntfarbige, oft violettrothe, glimmerführende Sandsteine, z. Th. mit Geröllen und Conglomeratbänken, unten thonig sandige Lagen mit gelben Dolomitknollen, Manganbutzen und Carneol-ausscheidungen (Wasserhorizont) 40—60 „

II. Haupt- oder mittlerer Buntsandstein.

c. Obere Stufe:

4. Hauptconglomerat oder grobkörnige, geröllführende Sandsteine, mit Carneolbank 25—35 „
5. Obere Felsregion, feste, oft geröllfreie, blassrothe Sandsteine mit kugeligen Ausscheidungen 5—10 „

d. Mittlere Stufe:

6. Trippstadt- oder Karlsthalregion, oben weiche Sandlagen, in der Mitte harte, hellrothe, felsenbildende Sandsteine mit spärlichen Geröllen, unten thonig sandige, weichere Lagen (Quellenhorizont) 100—120 „
7. Rehbergregion, oben lichtrothe, ziemlich weiche Sandsteine mit einzelnen festen Bänken, dann feste, zusammenhaltende, felsenbildende Sande, nach unten grellrothe, thonige Sandsteine mit einzelnen festen Bänken (Quellenhorizont) 150—200 „

e. Untere Stufe :

8. Trifelsregion, rothe Sandsteinschichten, zur Bildung mächtiger ruinenartiger Felsen geneigt, ziemlich geröllarm (Kaiserslauterer Bausandstein), weichere sandige Lagen (Quellenhorizont), unten abschliessend mit grobem bunte Gerölle (Urgebirgs- und Porphyrgeschiebe) führendem Sandstein oder Conglomerat (Eck'sches Conglomerat) 80—100 m

III. Unterer Buntsandstein.

9. Intensiv rothe, thonige, weiche Sandsteine, dann feste, oft violettrothe Bausandsteine (Annweiler oder Leisbühler Sandstein) 20—25 „
10. Unten intensiv rothe, oft grünaugige Lettenschiefer (Leberschiefer) mit zwischengelagertem dünnblättrigem Sandsteinschiefer, z. Th. mit gelben, dolomitischen Linsen und Knollen (Quellenhorizont) 25—50 „

Unterlage: Zechstein.

Während in dem inneren Hauptgebirgstheil, abgesehen von den zahlreichen Verwerfungen, im Uebrigen in dem Gesteinsaufbau die grösste Regelmässigkeit sich zu erkennen giebt, bietet der äussere Gebirgsrand gegen die Rheinfläche in Folge der hier gehäuft auftretenden Verwerfungen und Schichtenstörungen ein Bild sehr verwickelter und unregelmässiger Lagerungsverhältnisse.

Zunächst ist es die Ausbleichung der Sandsteine innerhalb einer ziemlich breiten Randzone dem Gebirgsfusse entlang (Zone des Haardter Sandsteins), die um so breiter (bis 1,5 km) ist, je zerklüfteter und gestörter die Schichten in der Nähe der Haupttrandspalte sich zeigen. Daher erscheint das Gestein auch in seiner ursprünglichen rothen Färbung an Stellen, an welchen hier das ältere Grundgebirge mächtiger entwickelt ist und dem auflagernden Gestein gleichsam einen Schutz gegen Veränderungen gewährt hat, wie z. B. in der Nähe der Gneisskuppe von Albersweiler, wo die rothgefärbten Schichten zwischen Eschbach und St. Johann bis zum Gebirgsrande heranreichen. Es beweist dies zugleich, dass die Ausbleichung keine Folge einer von oben und von Tag aus wirksamen Verwitterung oder Zersetzung ist, sondern durch von unten abstammende Einwirkungen zu Stande gekommen sein muss. Auch verwischt sich die Erscheinung mit der Entfernung vom Gebirgsrande, wie sich am deutlichsten im Dürkheimer Thal beobachten lässt, in welchem die Sandsteine am Thalaustritt in Dürkheim völlig ausgebleicht anstehen, thalaufwärts aber mehr und mehr eine röthliche Färbung annehmen und in den grossen Steinbrüchen bei Grethen nur noch zu beiden Seiten der die Bänke durchziehenden Spalten gebleicht erscheinen. In dieser Zone der ausgebleichten Schichten finden sich häufig Bänke von festem Sandstein, welche wegen ihrer vortrefflichen Verwendbarkeit zu Baumaterial in sehr zahlreichen Steinbrüchen gewonnen werden. Grosse Schutthalden, welche durch ihre helle, weissliche Farbe hervorleuchten, lassen schon von Ferne den Zug dieser Steinbrüche dem ganzen Ostrande des

Gebirges entlang mit dem Auge verfolgen. Grössere Steinbrüche in diesem Sandstein trifft man bei Bergzabern, Klingenmünster, Frankweiler, Neustadt, Haardt, Gimmeldingen, Königsbach, Deidesheim, Hambach, Grethen und Dürkheim.

Was insbesondere die älteste Abtheilung des Buntsandsteins (b¹) anbelangt, welche in den untersten Lagen in Bezug auf Gesteinsbeschaffenheit noch grosse Aehnlichkeit mit den obersten Schichten des Rothliegenden besitzt und diese auch gleichförmig überlagert, nach oben jedoch mit feinkörnigen, zu Baustein brauchbaren Sandsteinbänken (Annweiler- oder Leisbühler Sandstein) abschliesst, so zeigt sich, dass die Grenze, längs welcher die so charakteristischen Sandsteine bis zu Tag blossgelegt sind, je weiter nach Norden um so näher dem Gebirgsrande rückt, sodass diese Schichten, so weit sie zu Tag austreichen, nordwärts noch vor dem Dürkheimer Thal in der Ueberlagerung am Gebirgsrande untertauchen und verschwinden.

Der wegen seines feinen Kornes, seiner leichten Bearbeitbarkeit und Wetterbeständigkeit sehr gesuchte Bausandstein wird in zahlreichen Steinbrüchen gewonnen. Solche finden sich am Berggehänge oberhalb Germanshof, im Thal bei Bobenthal, bei der Gehlmühle oberhalb Bergzabern, bei Lindelbrunn, Leinsweiler, Birkenhördt, Bundenthal, Bruchweiler, am Leisbühl bei Annweiler, bei Ramberg, Eusserthal, Lambrecht u. s. w.

Auch an der Nordwestecke unseres Blattes streichen dem unteren Buntsandstein angehörige Schichten im Lauterthale zwischen Rothliegendem und dem Hauptbuntsandstein bei Kaiserslautern auf eine kurze Strecke zu Tag aus. Es sind hier neben dem thonigen Leberschiefer lockere, den Annweiler Sandstein vertretende Sande, welche zur Herstellung von Formen für Eisen-giessereien brauchbar sind (Formsand) und zu diesem Zwecke an mehreren Stellen unterhalb Kaiserslautern gegraben werden. Mit dieser Änderung der Gesteinsbeschaffenheit nach N. und NW. verbindet sich eine noch auffallendere, indem sich in diesen Lagen erst vereinzelt, dann gehäuft Gerölle einstellen, die schliesslich sich zu einem förmlichen Conglomerat (Staufer C.) vereinigen. In diesem und in einem damit vergesellschafteten grobkörnigen Sandstein zeigen sich oft lagerförmige Ausscheidungen von Braun- und Rotheisenstein stellenweise in beträchtlicher Menge. Im Sandstein bilden sich sehr feste Sandeisensteine, welche, in der Umgegend von Kaiserslautern gewonnen, früher als Pflastersteine Verwendung fanden und auch jetzt noch als Strassenbeschotterungsmaterial benützt werden. Bei den sog. Erzhäusern unfern Kaiserslautern kommen solche Eisenerzausscheidungen lagerweise so reichlich vor, dass darauf früher ein ausgedehnter Bergbau betrieben wurde. Daher stammt die Ansiedelung und Bezeichnung Erzhäuser. Bezüglich der weiteren Verbreitung des unteren Buntsandsteins verweisen wir auf das Kartenbild.

Bei Weitem der grösste Theil des Haardtgebirges fällt dem Hauptbuntsandstein in seinen verschiedenen Stufen zu. Die petrographische Beschaffenheit der hierher gehörigen Gesteinsbildungen haben wir bereits in der Einleitung (S. 13) kennen gelernt und auch schon erwähnt, dass die fester gebundenen Lagen des Sandsteins in allen Stufen an fast zahllosen Stellen in Brüchen als Baumaterial gewonnen werden. Besonders ist es

die Trifelsregion (b^{2a}), welche vortreffliche Bausteine liefert, z. B. in den grossen Steinbrüchen von Kaiserslautern, Enkenbach, Fischbach, Hochspeyer (Frankensteiner Wald), Weidenthal (Eisenbahnbruch), Hausen (z. Th.), Hardenburg, Lambrecht (Lindenberg, Stenzelberg), Esthal (Aschberg), Edenkoben (Thalmühle) u. s. w. Viel seltener und meist nur von geringer Bedeutung sind die Steinbrüche in der Rehberg- und Trippstadtregion, z. B. bei Gleiszellen am Röhlberg, Münchweiler, Merzalben, Waldleiningen, Schopp u. s. w.

Geröllablagerungen, „sog. Kies“, welche durch Verwitterung der Conglomeratbänke und durch Zusammenschwemmung der in den Sandstein eingebetteten Geschiebe sekundär entstanden sind, trifft man auf den Bergrücken an zahlreichen Stellen. Das Material wird in Kiesgruben (sog. Kieskaute) wie z. B. am Eschkopf, Steineck, Meisenwald, Hundsberg bei Schmalenberg zur Wegbeschotterung gewonnen.

Sehen wir vorläufig ab von der Abbruchzone am Ostrande des Gebirges, und den zahlreichen Verwerfungsspalten im Innern, welche die ursprüngliche Lagerungsweise des Schichtenbaues vielfach gestört haben, so lässt sich im Übrigen nicht verkennen, dass im Grossen und Ganzen die einzelnen Stufen des Hauptbuntsandsteins in ihrer Verbreitung in der Weise ihrem Alter nach aufeinander folgen, dass der ältere Gesteinscomplex (Trifelsregion) dem Ostrande des Gebirges entlang sich hinzieht, während die nächst jüngere Rehbergstufe weiter gegen das Innere nordwestlich vorrückt und das jüngste Glied (Karlsthalsstufe) auf die noch mehr westwärts liegenden Gebietstheile beschränkt ist. Endlich zeigt sich, um dies gleich hier gelegentlich zu bemerken, der obere Buntsandstein mit dem Muschelkalk noch weiter nach W. und SW. zurückgedrängt, wie dies auf dem westlich anstossenden Kartenblatt zur Darstellung gelangen wird. Erst jenseits an dem Ostrande des Westricher Carbon- und Permgebietes heben sich dann die älteren Triasglieder stufenweise nach und nach wieder heraus.

Es stimmt diese Anordnung der Schichtenverbreitung im Allgemeinen auch mit der Lagerung überein, welche von einer in beschränkten Aufschlüssen kaum wahrnehmbaren, erst an weit ausgedehnten Entblössungen deutlich sichtbaren Neigung der Schichten vom Ostrande des Gebirges gegen dessen Inneres, also von O. nach W. und SW. beherrscht wird und einer grossen, flachen Mulde entspricht. Diese keilt sich nach NO., wo das Rothliegende vom Hinterlande bis zur Rheinfläche vorspringt, aus, wie sich dies bereits auch schon auf unserem Kartenblatt durch das Umbiegen der jüngeren Stufenränder von NO. nach NW. und SW. zu erkennen giebt. Damit stimmt auch die Thatsache überein, dass die höchsten Erhebungen des Gebirges nahe am Ostrande liegen.

Diese leicht zu überblickende Anordnung im Schichtenbau der verschiedenen Hauptbuntsandsteinstufen, welche auf dem vorliegenden Kartenblatt so deutlich zum Ausdruck kommt, überhebt uns einer ins Einzelne gehenden Schilderung der Verbreitung dieser Glieder.

Etwas anders verhält es sich an der äussersten östlichen Randzone, wo an den dicht neben einander streichenden Verwerfungsspalten die verschiedenen Gesteinsstufen in schmalen Streifen eng zusammengedrängt aufeinanderfolgen

und in den zur Rheinfläche abgesenkten Schollen die jüngsten Glieder, selbst auch noch Muschelkalk und Keuper zum Vorschein kommen. Es ist hier die Frage, ob man annehmen darf, dass die jüngsten Triasgebilde ursprünglich über alle älteren Glieder auf den höchsten Höhen des Gebirges gelagert waren und von da ab bis zu ihrer gegenwärtigen Stelle herabgesunken sind oder ob sie anfänglich als Theile einer zweiten östlichen Muldenbildung, die bis zum rechtsrheinischen alten Gebirge hinübergereicht hat, angehören, an deren schon an sich tiefer liegendem Westrande sie abgebrochen und niedergezogen wurden. Es erweist sich dies als wahrscheinlicher, weil im ost-rheinischen Gebiet in den gleichen Ablagerungen eine deutliche Einbuchtung mit westlicher Schichtwendung in ebenfalls beträchtlich tiefer Lage sich vorfindet, die den westrheinischen Randgebilden entspricht.

Wir werden durch diese Verhältnisse zunächst dahin geführt, den Einfluss der in unserem Gebirge so grossen Verwerfungen auf den Schichtenbau in Betracht zu ziehen, deren Bedeutung und Wichtigkeit schon im Vor-
ausgehenden (S. 36) gewürdigt wurde.

Ein Blick auf das Kartenblatt zeigt verständlicher, als dies eine ins Einzelne gehende Beschreibung des Verlaufs und der Richtung der verschiedenen Verwerfungsspalten zu leisten vermöchte, welch' weitgreifende und oft beträchtliche Störungen in dem ursprünglichen Schichtenbau längs derselben sich vollzogen haben.

Es sind auch auf vorliegendem Blatte hauptsächlich zwei Richtungen, in welchen die namhaftesten, in dem gleichförmigen Sandsteingebiete freilich oft schwierig zu verfolgenden Verwerfungsspalten verlaufen, nämlich die, welche dem Ostrande des Gebirges mehr oder weniger parallel auf oft beträchtlich langen Strecken fortstreichen, wobei sie oft Ablenkungen, Biegungen und Knickungen erleiden. Diese rheinischen Spalten treten viel zahlreicher am Gebirgsrande, wo sie oft bündelförmig zusammentreffen, als im Gebirgshauptstock auf.

Die zweite Richtung steht beiläufig senkrecht zur ersten und ist im Allgemeinen von geringerer Wirkung. Sie zeigt sich häufiger im westlichen Gebiet, wo sie z. Th. als Fortsetzung von den aus dem älteren westlichen Gebirge kommenden Störungslinien sich zu erkennen giebt.

Noch schwieriger als der Verlauf ist die Neigungsrichtung dieser Spalten festzustellen, weil durchweg nur ganz geringe Entblössungen der direkten Beobachtung zugänglich sind. Vielfach ist ihre Neigung eine ganz oder nahezu senkrechte, was sich dadurch zu erkennen giebt, dass die Verwerfungslinien ganz geradlinig verlaufen und ohne Richtungsveränderung tiefe Thäler durchqueren. Sonst scheint auch hier die allgemeine Wahrnehmung sich zu bestätigen, dass der Fallwinkel der Spalten sich nach der Weltgegend neigt, wohin der anstossende Gebirgsthail sich abgesenkt hat. Derartige Beispiele sind zu häufig, namentlich in der östlichen Randzone, um davon einzelne anzuführen. Doch scheinen mitunter auch Änderungen in der Fallrichtung derselben Spalte innerhalb ihres Verlaufs vorzukommen, wie z. B. zwischen Iggelbach und Elmstein. Ob auch Emporpressungen älterer Schichtenreihen auf das Niveau von jüngeren stattgefunden haben (sog. Wechsel), ist

auf jener Strecke Iggelbach-Elmstein wenigstens sehr wahrscheinlich. Wenn Verrückungen von Gebirgstheilen eingetreten sind, so muss angenommen werden, dass sie durch Trennungsflächen ringsum von ihrem Nachbargestein losgelöst waren. Auch in dieser Richtung fehlt es in den meisten Fällen an dem Nachweis solcher allseitigen Abgrenzungsflächen, welche jedoch wahrscheinlich nur durch Verwitterungsschutt unkenntlich der Beobachtung entzogen sind.

Dass bei diesen oft 150—200 m betragenden Verwerfungen, bei welchen die benachbarten Gesteinsmassen aneinander vorbeigeglitten sind, gewaltige Druckkräfte wirksam waren, ist selbstverständlich. Als eine Folge dieser Gleitbewegungen erscheinen an vielen Stellen oft spiegelglatte, wie polirt glänzende Reibungsflächen, sog. Spiegel, mit Rillen und Streifen in der Verschiebungsrichtung. Meist sind solche Flächen mit einer dünnen, in der Regel weissen Rinde überzogen, welche nicht, wie es den Anschein hat, aus einer etwa durch Reibungswärme erzeugten Glasmasse, sondern nach mikroskopischen Nachweisen an Dünnschliffen aus feinst zermahlenem und durch den Druck wieder zusammengepresstem Reibungsmaterial (Reibungsbeleg) bestehen. Davon sind Überrindungen mit nachträglich auf den Klüften angesiedelten Mineralien, namentlich von Eisen- und Manganerzen streng zu unterscheiden.

Solche Mineralausscheidungen führen uns zur näheren Betrachtung von Erzvorkommnissen, welche mit der Spaltenbildung in unmittelbarer Beziehung stehen und, wenigstens früher, von grosser bergtechnischer Bedeutung waren, nämlich von Blei- und Eisenerzgängen im Gebiete des Buntsandsteins, besonders in den südöstlichen Gebirgstheilen bei Bergzabern.

Bis in neuere Zeit bergmännisch bebaut wurde ein Bleierzgang am Breitenberg bei Erlenbach. Der Gang, welcher in St. 2,2 streicht und mit 80° nach NW. einfällt, ist eine örtliche, bis 2 m breite Erweiterung einer vom Katzenthal im Elsass herüberziehenden und weiter fortsetzenden Spalte. Sie ist von Sandsteinbrocken der Nachbarschichten, von Sand und Letten ohne Gangart ausgefüllt und führt zwischen den Gesteinsbrocken angesiedeltes Bleierz, weit vorwaltend Grünbleierz mit wenig Bleiglanz und Weissbleierz neben Galmei und Brauneisenstein. Die Erze sollen sich in nicht beträchtlicher Teufe verlieren. Ein ähnlicher Bleierz-, namentlich Bleiglanz- und Weissbleierz-führender Gang (sog. Silbergrube) setzte nahe N. von Bobenthal auf einer Verwerfungsspalte zwischen unterem und Hauptbuntsandstein auf. Er streicht in St. 5,5 mit Einfallen nach S.

Derselben Gangformation gehören auch die sehr zahlreichen Eisenerzgänge dieser Gegend an, auf welchen das Eisenerz die Hauptmasse bildet und Blei- sowie Zinkerze nur in ganz geringer Menge beibereichen oder ganz fehlen. Die namhaftesten dieser Gänge, deren Erze früher lange Zeit hindurch für die Eisenhütte in Schönau gewonnen wurden, sind jene bei Nothweiler, Schlettenbach und an der Petronell bei Bergzabern. Sie alle streichen in St. 2,5—3 und fallen steil mit 60 — 75° nach SO. ein. Auch die Gangausfüllung mit Sand, Letten und meist ausgebleichten Sandsteinbrocken ist die gleiche, ebenso die Erzführung. Das Haupterz ist hier Brauneisen-

stein, derb, meist faserig, oft auf Höhlungen in Stalaktit-ähnlichen, grossen Zapfen und Nadeln, auch mit Sand vermengt in kugeligen Knollen; selten bricht Rotheisenerz, besonders Eisenrahm, sehr selten Spatheisenstein (Petronell) mit ein; ziemlich häufig dagegen gesellt sich Manganerz, besonders Psilomelan, hinzu, der überhaupt auf Klüften und in dendritischen Ansätzen überall im Sandsteingebiete sich vorfindet. Das sehr spärliche Beibechen von Blei- und Zinkerzen ist bereits oben erwähnt worden. Besonders bemerkenswerth ist das Vorkommen von dem seltenen Bleivanadinat Dechenit (Aräoxen) neben Grünbleierz auf einer Seitenkluft im Thal gegenüber dem Schlettenbacher Eisenerzgange.

Der Schlettenbacher Erzgang, der bedeutendste dieser Gegend erlangt bei sehr grossem Wechsel eine Mächtigkeit von 12 bis stellenweise 20 m dadurch, dass sich mehrere parallele Gangzüge vereinigen; er ist durch den Bergbau bis zu 150 m unter die Thalsohle verfolgt worden. Geringer mächtig, 2—6 m, ist der Nothweiler Eisenerzgang und jener an der Petronell bei Bergzabern 1,4—3 m, jedoch mit sehr reichen Erzen. Hier hatten auch Abbauversuche auf dem lagerweise im unteren Buntsandstein eingebetteten Braun- und Sandeisenstein Platz gegriffen.

Nicht an allen Spalten, Klüften und Rissen, welche in grösster Häufigkeit die Bänke des Buntsandsteins durchschneiden, haben Schichtenverrückungen stattgefunden. Bei Weitem die grösste Anzahl dieser Spalten gewinnen nicht jene Ausdehnung, wie die vorhin erwähnten Sprünge, sondern beschränken sich im Kleinen und in nur untergeordneter Weise an der Zerstückelung der Gesteinsmassen. Nichtsdestoweniger spielen sie in Bezug auf die Ausgestaltung der Oberfläche und auf die, wie wir wissen, oft sehr eigenartige Felsbildung eine grosse Rolle. Zunächst bemerken wir, dass im Grossen und Ganzen sie in zwei Hauptsystemen nahezu dieselbe Richtung einhalten, wie die grossen Verwerfungsspalten, also ungefähr von SW. nach NO. und von SO. nach NW. in meist senkrechten Schnitten verlaufen. Es kommen zwar auch häufig noch andere Klufttrichtungen vor, aber solche sind nur von örtlicher Bedeutung.

Das, was als Folge dieser Spaltenbildung vor Allem ins Auge fällt, ist die würfelartige Zerstückelung und Absonderung der Gesteinsmassen im Grossen und Kleinen durch solche parallel verlaufende Risse. Die Steinbrecher bezeichnen diese als „Lassen“ welche, wenn sie nicht zu häufig sind, die Steinbrucharbeit wesentlich erleichtern.

Dass auf solchen Spalten am leichtesten das Tagwasser versitzt, ist an sich verständlich; damit verbindet sich nun weiter auch eine chemische und mechanische Einwirkung auf die Kluftwände, namentlich in weicheren Schichtenlagen; es treten Zersetzungs- und Verwitterungserscheinungen auf, welche schliesslich zu der Zerstörung und Ausnagung gewisser angreifbarer Felstheile führen und wesentlich zur Ausgestaltung der Oberfläche, namentlich zur Bildung jener Ruinen-artigen Felsgruppen, deren pittoreske Formen zu bewundern so häufig im Haardtgebirge, namentlich in der Umgegend von Dahn, sich Gelegenheit bietet. In vielen Fällen schreitet die Zerstörung der Gesteinsmassen so weit fort, dass die festeren Bänke unter-

waschen werden, zusammenstürzen und zu einem Haufwerk von oft riesigen, wirr durcheinander liegenden Blöcken, sog. Felsenmeeren, aufgethürmt werden, oder als vereinzelte harte Felsblöcke, sog. Findlinge, die als vortreffliches, wetterfestes Baumaterial sehr gesucht sind, auf den Berggehängen verstürzt liegen. Fast alle grösseren Felsgruppen werden am Fusse von einem Trümmerhaufen solcher Blöcke umringt, wie z. B. der Gipfel der Gr. Kalmit, des Trifels, Drachenfels, beim Schloss Altdahn, Jungfernsprung, an der Wegelnburg, am Gr. Igelschütt, Alschberg u. s. w.

Auch zur Thalbildung haben die Gesteinsklüfte, namentlich die weit fortziehenden Hauptverwerfungsspalten beigetragen; nicht als ob die Thäler einfach solche Spalteneintiefungen wären, letztere aber haben häufig die erste mechanische Ausnagung veranlasst und begünstigt und auf diese Weise den anfänglichen Grund zu vielen Thälern gelegt, die durch weitere Auswaschungen nach und nach erweitert und vertieft ihre jetzige Ausgestaltung erhalten haben. Dies bestätigt der auffallend häufig wiederkehrende Verlauf der Gebirgsthäler, welche von der NO.—SW. und NW.—SO.-Richtung beherrscht werden.

Die Thäler sind die Sammelrinnen der Gewässer, welche sich aus sehr zahlreichen aber meist wenig ergiebigen Gebirgsquellen zu Bächen und Flüssen vereinigen. Wir haben bereits im Vorausgehenden innerhalb der verschiedenen Gesteinslagen, welche die Hauptmasse der Haardt aufbauen helfen, mehrfach Schichten kennen gelernt, welche wegen ihrer thonigen und von oben niedersickerndes Wasser am weiteren Eindringen verhindernden Beschaffenheit den sich auf ihnen sammelnden Gewässern zur Unterlage dienen und dieselbe an geeigneten Stellen zu Tag leiten. Es sind dies sog. Quellenhorizonte, unter denen als die bedeutendsten und ergiebigsten hervorzuheben sind: die Grenzregion zwischen Röthelschiefer des Rothliegenden und Leberschiefer des unteren Buntsandsteins, dann zwischen unterem und Hauptbuntsandstein, in letzterem die unteren thonigen Schichten in der Rehbergstufe, ferner thonige Lagen unter der Felsregion der Trippstadtstufe und insbesondere wasserhaltende Lettenlagen in den tieferen Schichten des oberen Buntsandsteins. Zu ersteren gehören zahlreiche Quellenzuflüsse der Thalungen zwischen Weissenburg und Annweiler bis hinauf nach Erlenbach, Rinnthal, Vord. Weidenthal, Gräfenhausen, Ramberg, Modenbacherhof u. s. w. Etwas höher gelegen sind die Quellenergüsse zwischen unterem und Hauptbuntsandstein, z. B. der Bärenbrunn bei Erfweiler, der Queichursprung oberhalb Hauenstein, Felsenquellen oberhalb Eusserthal, die für die Wasserversorgung von Landau gefasst sind. Zahllos sind die Ergüsse auf thonigen Zwischenschichten des Hauptbuntsandsteins, z. B. auf den Höhenrings um den Eschkopf, der Well-, Mosis-, Erlen-, Felsen-, Kessel-, Jäger-, Arm-, Meisel-, Christel- und Kaltenbach-Brunnen, ferner der Gendenbrunnen bei Lampertskreuz, der Lauterursprung u. s. w. Eine gewisse Berühmtheit hat die Felsenquelle am Rehberg bei Annweiler erlangt, weil in der Gegend die Vorstellung herrscht, dass sie aus einem höher gelegenen Gebirgstheil durch eine unterirdische Zuleitung von weit her gespeist werde, weil der isolirte, kegelförmige Rehberg das Wasser nicht liefern könnte. Dass

diese Annahme irrig ist, ergibt sich deutlich aus der Thatsache, dass hier die thonreichen Schichten an der unteren Grenze der Rehbergstufe als wassertragende Lage und Quellenhorizont nachgewiesen sind. Ein ergiebiger Quellenhorizont zwischen Haupt- und oberem Buntsandstein breitet sich südlich von Trippstadt bei Schmalenberg (Waschhausbrunn) und Heltersberg (Haselbrunn) aus.

Doch nicht alle auf wassernichtdurchlassenden Schichten gesammelten unterirdischen Wasserzüge liefern zu Tag ausfliessende Felsenquellen. Viele solcher Austrittsstellen sind von Gehängeschutt bedeckt, in dem das dem unterirdischen Lauf entquellende Wasser sich vertheilt, oft nur durch feuchte, zuweilen moorige Stellen sich verräth oder tiefer an dem Gehänge oder selbst erst in benachbarten Thaleinschnitten, wo thonige Alluvionen liegen oder querziehende Felsrippen eine aufstauende Barre bilden, wieder zum Vorschein kommt.

Fast jedes Thal und Thälchen liefert Beispiele dieser Art vom Quellenerguss. Solche Thalquellen sind gegenüber den Felsenquellen dadurch kenntlich, dass ihre Temperaturen starken Schwankungen unterliegen, während letztere ziemlich constant die mittlere Jahrestemperatur ihres Ausflusspunktes, also ungefähr 9° C., haben.

Eine zweite Art der Quellenbildung ist an das Auftreten von Spalten geknüpft. Es bedarf keiner näheren Erläuterung, dass das von Tag in das Gestein eindringende Meteorwasser sich um so leichter auf den die Schichten durchziehenden Klüften und Spalten sammelt und auf denselben niedergeht, je grösser die Spalten sind. Das auf solche Weise vereinigte Wasser wird dann da, wo die Klüfte etwa von lehmigen Massen verstopft sind oder wo sie tiefe Thaleinschnitte durchschneiden, zu Tag ausfliessend eine Quelle liefern. In der Regel sind solche Spaltenquellen viel beständiger und wasserreicher, als die Schichtquellen. Die namhafteste derartige Quelle ist jene nördlich von unserem Blatt liegende in Altleiningen. Ähnliche Wassergüsse, wenn auch weniger ergiebig, finden sich z. B. am Morschbacherhof bei Weidenthal und dem Goldbrunnen bei Esthal auf der grossen Iggelbach-Elmsteiner Verwerfungsspalte, dann bei Hausen, Lambrecht, am Mosisbrunnen bei Hofstätten, ferner bei Wilgartswiesen im Seitenthälchen, ebenso bei Darstein, Vorder-Weidenthal, St. Johann, Gleisweiler u. s. w.

Das Wasser unseres Haardter Sandsteingebirges zeichnet sich durch seine fast chemische Reinheit aus und besitzt demnach eine „weiche“ Beschaffenheit in hohem Grade.

Oberer Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper und Lias in der Ostrandzone.

Es ist im Vorausgehenden schon wiederholt erwähnt worden, dass am Ostrande des Haardtgebirges, wo dasselbe mit zahlreichen durch längs und quer verlaufende Spalten zerstückelten, verworfenen und abgesenkten Schollen steil zur Rheinfläche abfällt, abweichend von der Zusammensetzung im Innern des Gebirges eine Reihe jüngerer Triasgebilde auftaucht, welche

wesentlich an der Zusammensetzung dieser Abbruchzone betheiligt ist. Es erscheinen hier sowohl im Anschluss an jüngere Glieder des Hauptbuntsandsteins unvermittelt als auch den älteren Bildungen angelehnt und von diesen durch Verwerfungsspalten abgetrennt, oberer Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper und bilden streckenweise den Fuss des Gebirges und staffelförmig angeschlossene Vorberge, genau ebenso, wie dies weiter südlich im Elsass der Fall ist, von wo aus der Zug dieser Triasstreifen bei Weissenburg unmittelbar und fast unverändert in unser Gebiet fortsetzt. Wir dürfen uns bei der Schilderung der hier obwaltenden Verhältnisse daher auf die weit ausgedehnten Vorkommnisse im Elsass beziehen. Auch in der Pfalz sind es nur einzelne, vielfach abgerissene und unterbrochene, meist in sehr steiler Schichtenstellung abgesenkte und verstürzte, schmale Schollen, denen wir hier in reicher Schichtenausbildung begegnen.

Wenn wir von Weissenburg aus, wo noch das Elsässer Gebiet über die Lauter herübergreift, nordwärts den Zug der jüngeren Triasbildungen weiter verfolgen, so stossen wir an zwei Stellen auf fortsetzende Streifen derselben. Der eine zeigt sich zwischen mehreren tiefer im Gebirge verlaufenden Nebenspalten an der Strasse von Klimbach nach Bobenthal, wo dicht an der Landesgrenze eine kleine Scholle von Muschelsandstein neben Fetzen von oberem Buntsandstein bis ins bayerische Gebiet hereinreicht. Auch die südöstlich anstossenden Höhen des Siebentels und Alschbergs sind als abgesunkene Gebirgsthelle zu betrachten, da diese vom oberen Buntsandstein bedeckt werden. Der zweite Hauptstreifen zieht sich zunächst nördlich von Weissenburg aus dem Elsass bei St. Paul längs der Hauptverwerfungsspalte über die Grenze und reicht bis über Rechtenbach hinaus. Die Aufschlüsse sind hier höchst spärlich, doch lassen sich an einzelnen kleinen Entblössungen sämtliche Stufen und Abtheilungen vom oberen Buntsandstein bis zum obersten Muschelkalk nachweisen.

In gleicher Zusammensetzung hebt sich nördlich vom Otterbach der Zug dieser schmalen Triasschollen aus dem Gehängeschutt und der Überdeckung zu Tag gegen die mehr westlich streichenden Verwerfungsspalten, noch verstärkt durch die in regelmässiger Folge unterlagernden Schichten des Hauptbuntsandsteins (meist in der ausgebleichten Facies) und nördlich von der Winzenmühle am Dierbachberg noch vervollständigt durch die Anlagerung von Lettenkohlenkeuper. Schon hier beginnt in Folge paralleler Absenkungsspalten eine Verdoppelung der Randstreifen, erst in den Schichten des Buntsandsteins, dann nordwestlich von Bergzabern auf beiden Seiten des Horbachthales oberhalb Pleisweiler bis in den oberen Muschelkalk reichend. Diese Zone ist durch mehrere der Hauptspalte parallele, oft in Krümmungen sich wieder vereinigende Verwerfungen und durch einige querverlaufende Spalten sehr gestört. Die Schichten neigen sich in der Hauptsache nach O. und SO. mit 30—90°. Bemerkenswerth ist, dass in der höheren Stufe des oberen Buntsandsteins hier die intensiv gefärbten Schieferthone des Röths 3—5 m mächtig über dem plattigen Voltziensandstein sich deutlich von dem überlagernden Muschelsandstein abheben. In dem bis über 200 m mächtigen Muschelkalk lassen sich trotz der schmalen Streifen, in welchen sie zu Tag

treten, da oder dort die sämtlichen Unterabtheilungen des Elsass-Lothringer Triasgebietes wieder erkennen von dem meist ziemlich mächtigen Muschel-sandstein (30—40 m) an durch die typischen Wellenkalkschichten mit Schaumkalk-, Myophorien- und Terebratula-Bänken zum Zellenkalk und den dolomitischen, z. Th. röthlich gefärbten Mergelschichten der mittleren Stufe bis zu den zwei deutlich entwickelten Abtheilungen des oberen Muschelkalks — den Trochiten- und Ceratitenkalken. So z. B. an den Heidenäckern bei O.-Otterbach, am Eulenkopf und Wachholderbusch bei Pleisweiler, am Sohlborn bei Bergzabern u. s. w.

Zwischen den Thaleinschnitten des Gleishorbachs und des Klingenbachs oberhalb Klingenmünster setzt die hier wieder einfache Zone der jüngeren Triasbildungen, begleitet von einem ziemlich breiten Streifen von Lettenkohlen- und Gypskeuper, in nordöstlicher Richtung fort. Hier fallen die Schichten am Lehnberg zwischen Gleishorbach und Gleiszellen in St. 11—12 mit 30—40° und bieten oberhalb der Dionysius-Kapelle ein fast ununterbrochenes Schichtenprofil. Dasselbe beginnt im Hangenden gegen den Fuss des Berges mit

1. buntfarbigen Gypskeuperschichten, darunter
2. Lettenkohlschichten des untersten Keupers.
3. Trigonoduskalk, wechselnd dicke und dünne, sehr feste, fast krystal-linische Kalke mit *Trigonodus*-Einschlüssen — eine sehr beachtungs-werthe Bildung, die an jene in Franken und Lothringen sich anreihet.
4. Versteinerungsreiche, dünnplattige, lichtgraue Kalke und untergeordnet weiche Mergel mit *Ceratites nodosus* (Ceratitenschichten).
5. Dickbankige, hellgraue, dichte Kalke, voll von Trochitenstielen (*Encrinus liliiformis*) und Hornsteinknollen (Trochitenkalk); 4 und 5 machen den oberen Muschelkalk aus.
6. Mittlerer Muschelkalk (Anhydritstufe), gelblichgraue, dolomitische Mergel, ebenflächige, dolomitische und grosszellige, poröse Kalke oder Dolomite.
7. Wohlgeschichtete, dünnplattige und dickbankige, z. Th. wellig ge-bogene Kalke oben mit Lagen, die zahlreich *Myophoria orbicularis* enthalten, wechselnd, während in den unteren Bänken neben vielen anderen organischen Einschlüssen besonders häufig Exemplare von *Terebratula vulgaris* vorkommen (typischer Wellenkalk).
8. Muschelsandstein, gelblichgrau, unten abschliessend mit einer dolo-mitischen, oft gelblichbraunen Bank.
9. Intensiv rothe Lettenschiefer (Röth des oberen Buntsandsteins).
10. Rothe Sandsteinplatten der Voltziensandsteinregion.

Nördlich von Klingenmünster ist auf eine weite Strecke die Fortsetzung dieses Zuges, wie es scheint, oberflächlich von Schutt verhüllt. Nur schmale, kleine Schollen von Voltziensandstein, unterem und mittlerem Muschelkalk reichen am Neukastelhof bei Leinsweiler, wo auch buntfarbige Lettenschiefer des oberen Keupers auftauchen, dann an der Sommermauer bei Ransbach und bei Birkweiler bis zu Tag auf. Dagegen breiten sich namentlich die Keuperschichten zu beiden Seiten des Queichthales bei Siebeldingen ver-

hältnissmässig mächtig aus. Diesen schliessen sich hier in der Nähe der Ziegelhütte am Ohrenberg Liasablagerungen an, die leider nur nach den aus den Weinbergen herausgegrabenen Stücken bekannt sind. Um es gleich hier zu bemerken, kündigen zahlreiche, in den grauen, mergeligen Kalken enthaltene Versteinerungen sowohl das Vorkommen von unteren (Gryphaeen-), wie mittleren (Margaritatus-) Lias-Schichten, nach Art der Liasbildungen im Unterelsass bei Weissenburg und im Klettgau, an. Einzelne Erfunde von *Monotis substriata* deuten auch auf das Auftreten von oberem Lias hin.

Bei Ransbach und Birkweiler stösst man auf sandige und thonige, tiefgraue Lettenkohlschichten, die sich einerseits auf Muschelkalk auflegen, andererseits von einem hellgelben, drusigen Dolomit mit *Myophoria Goldfussi*, dem sog. Grenzdolomit entsprechend, bedeckt werden. Sie fallen mit $30-40^{\circ}$ nach St. 10 $\frac{1}{2}$ südöstlich ein. Am Südrande des Queichthales ziehen graue, thonige und sandige Schichten in der sog. Kästendell bei der Kindinger Mühle unsere Aufmerksamkeit auf sich. Das Ausgehende kohlig, mulmiger Zwischenlagen und das Vorkommen von Asphalt auf Gesteinsklüften gaben Veranlassung, hier einen Versuchsstollen nach Steinkohlen zu treiben. Man stiess auch auf stellenweise 35 cm starke Pechkohle, die aber nur nesterweise vorkommt und sonst durch eine schwarze, kohlige Mulmlage ersetzt wird. Schlecht erhaltene Reste von *Equisetum* und *Pterophyllum* weisen auf Schilfsandstein hin, wie dies auch durch die Lagerung zwischen dem darunter auftretenden Gypskeuper und den darüber vorkommenden Berggypsschichten bestätigt wird. Diese Versuche nach Kohlen müssen als missglückt und hoffnungslos bezeichnet werden; die aufgeschlossenen Schichten sind wellig gebogen und fallen mit $7-10^{\circ}$ in St. 10 südöstlich und nordwestlich ein.

Dass der Anflug von Asphalt auf den Gesteinsklüften mit diesem Auftreten kohlig, Flötze nicht in Beziehung steht, ist zweifellos, aber nichts destoweniger sehr bemerkenswerth, weil dadurch auf das Erscheinen von Petroleum hingewiesen wird, dessen Vorkommen wir später noch näher kennen lernen werden.

Auf der Nordseite der Queichthales breiten sich die Keuperschichten zwischen Albersweiler, St. Johann und Siebeldingen weiter aus, sind aber durch mehrfache Verwerfungsspalten zerstückelt und sehr gestört. Das älteste hier entblösste Triasglied ist der entfernt vom Gebirgsrande zwischen Siebeldingen und dem Geilweilerhof anstehende, Hornstein-führende und an organischen Überresten, namentlich an Fisch- und Saurierzähnen, reiche obere Muschelkalk. Demselben legt sich ostwärts ein Streifen von Lettenkohlschichten mit der Grenzdolomitbank an und weiterhin folgt auf diesem der Gypskeuper, während nordwärts, durch eine Verwerfung getrennt, erst Gypskeuper mit Steinmergelbänken, welche *Estheria laxicosta* umschliessen, darüber dann Schilfsandstein, Berggyps mit sog. Steinpseudomorphosen nach Steinsalz und, bis gegen Frankweiler ausgedehnt, rothe und graue Lettenschiefer mit zahlreichen hellfarbigen Steinmergelbänken, namentlich in Gräben bis zu Tag ausgehen. Dieselben Schichten wiederholen sich östlich von Albersweiler gegen St. Johann und Siebeldingen hin. Hier wurden in einer

oolithartig ausgebildeten Steinmergelbank des bunten Keupers mehrere Versteinerungen entdeckt, wie *Avicula gansingensis*, *Cyclas keuperina*, *Corbula* und *Natica*, wie solche den sog. Ochsenbacher Schichten in Württemberg eigen sind. Auch Steinmergelbänke nach Art der sog. Lehrbergsschichten Frankens stellen sich hier im Berggypskeuper ein. Ein kleiner Aufbruch am Fuss des Kittenbergs bei Gleisweiler lässt Schichten des Wellenkalks, des mittleren und oberen Muschelkalks erkennen.

Von diesem höchst interessanten Aufschluss an dem Queichthal fehlen uns weiter nördlich am Fusse des vom ausgebleichten Buntsandstein gebildeten Steilabfalles die Spuren von vorgelagerten jüngeren Triasbildungen bis nach Neustadt hin. Hier tauchen hoch oben am sog. Haardter Schlösschen Schichten des oberen Muschelkalks in beiden Stufen auf, unterlagert von dolomitischen Mergeln des mittleren Muschelkalks. Ein jetzt verlassener Steinbruch am sog. Vogelgesang lieferte gut erhaltene Kronen von *Encrinurus liliiiformis*. Bruchstücke dieses oberen Muschelkalks breiten sich über den steilen Abhang bis zu den Häusern von Neustadt aus. Eine Begleitung von Keuperbildungen fehlt hier. Soweit das vorliegende Blatt Speyer nach Norden reicht, sind weder über Tag, noch in den zahlreichen Bohrbrunnen Muschelkalk oder Keuperablagerungen aufgefunden worden mit Ausnahme einiger kleiner Schollen am Pechsteinkopf und im Odinsthal bei Forst, wo dieselben sich an das Auftreten des Basaltes anschliessen. Obgleich das Hervorbrechen von Basalt in die Tertiärzeit fällt, soll gleich hier wegen der engen Verbindung desselben mit den Triasbildungen und den Verwerfungsspalten der Randzone das Vorkommen dieses nur an dieser einzigen Stelle in der Pfalz bekannten Gesteins näher beschrieben werden. Der Ausbruchspunkt des Basaltes fällt nicht an den äussersten Rand des Gebirgsabbruchs, sondern findet sich tiefer in der Abbruchzone, etwa 7,5 km von dem äussersten Gebirgsfuss am sog. Pechsteinkopf entfernt, an einer Stelle, wo mehrere parallel nebeneinander verlaufende Längsverwerfungsspalten mit solchen, welche in St. 3 gegen den Gebirgsrand abgelenkt sind, sich durchschneiden und eine grossartige Zerstückelung der meist ausgebleichten Sandsteinschichten bewirkt haben.

Der Basalt gehört zu der Gruppe der Limburgite, deren Grundmasse aus Glas mit mikrolithischen Augitnadelchen besteht, während grössere Augitkrystalle, Olivinbutzen und Magneteisen darin eingestreut liegen.

Die Basaltkuppe ist durch ein Thälchen in zwei Parthien getrennt und in beiden durch grosse Steinbrüche aufgeschlossen. Auf der Nordseite des Thals bildet derselbe prächtige, aufrechtstehende, hohe Säulen und wird nach aussen erst von einer blasigen Mandelsteinhülle, darüber von stark zersetztem Tuff, voll von mehr oder weniger vollständig veränderten, oft Porzellanjaspis-artigen Muschelkalkbrocken überkleidet. Unmittelbar neben dem Basalt streicht ein schmaler Streifen gleichfalls veränderter Muschelkalkschichten zu Tag, die dann bis in das benachbarte Odinsthal hinüberreichen, wo sich ihnen schmale Lagen von buntem Lettenschiefer, Voltziansandstein und der tieferen Region des oberen Buntsandsteins anschliessen.

Obere Buntsandsteinschichten mit unterlagerndem Hauptconglomerat tauchen in ganz schmalen, mehrfach quer abgebrochenen Streifen am äusseren Gebirgsrande vom Hahnenbühl bei Forst bis Dürkheim, längs der Hauptverwerfungsspalte, auf.

Mit dem Auftreten der jüngeren Triasglieder in der Randzone der Haardt und der grossen Abbruchspalte des Gebirgs gegen die Rheinfläche steht auch das Hervorbrechen von Kochsalz-haltigen Quellen, sog. Soole, bei Dürkheim in engster Beziehung. Man kennt das Auftreten solcher allerdings sehr geringhaltiger Soolquellen an zahlreichen Stellen in und bei Dürkheim. Die reichhaltigsten ($\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ ‰) wurden früher auf der Saline daselbst gradirt und zu Kochsalz versotten. Jetzt dient dieses Salzwasser nur noch zu Kurzwecken, zu Bädern, zur Herstellung von Mutterlauge und in den Gradirwerken zur Erzeugung von verstäubtem Wasser, welches die Luft längs der Gradirwerke mit heilsamen Kochsalz, sowie Jod- und Brom-haltigen Salzen schwängert.

Das Vorkommen von Muschelkalk, dessen mittlere sog. Anhydritstufe an sehr vielen Stellen Steinsalzablagerungen enthält, am Rande des Gebirgs hat zur Annahme geführt, dass der Salzgehalt der Dürkheimer Soolwässer einer in die Tiefe abgesunkenen Muschelkalkscholle ihren Ursprung verdanke. Dieser Ansicht widerspricht aber der Mangel an Sulphaten, namentlich an Gyps, die den aus Kalkschichten stammenden Soolen nirgends fehlen. Auch wurden in den bis zu den alten Schieferlagen des Untergrundgebirges niedergebrachten Tiefbohrungen keine Muschelkalkschichten angetroffen. Erinnern wir uns aber, dass in dem Keuper bei Siebeldingen an der Queich Steinpseudomorphosen nach Steinsalzwürfeln angetroffen werden und dass die Keuperschichten in dem benachbarten Lothringen reiche Steinsalzablagerungen enthalten, welche von den Salinen daselbst, z. B. in Dieuze, benützt werden, so ist es nicht unwahrscheinlich, dass bei Dürkheim die Soole aus solchen fast kalkfreien Keuperschichten, die, vor der grossen Abbruchspalte abgesunken, in der Tiefe vorhanden sein können, stammen.

Quartäre und noväre Ablagerungen im Haardtgebirge.

Tertiäre Bildungen jeder Art sind von dem Innern des Haardtgebirges ausgeschlossen. Letzteres bildete zur Tertiärzeit ein geschlossenes Ganzes, in dem selbst Thaleinbuchtungen oder grössere Eintiefungen noch nicht vorhanden waren. Erst in der nachfolgenden Quartärperiode begannen die Ausfurchungen von Thälern und Thälchen, welche sich nach und nach vertieften. Der Hauptsache nach blieb auch während dieses Zeitabschnittes der Hauptgebirgsstock über der Fluthhöhe der Gewässer, welche in der anstossenden Rheinthalfäche so grossartigen quartären Ablagerungen das Dasein gaben, erhaben. In die Thäler des Gebirges konnten daher damals die diluvialen Gewässer, wenige Fälle ausgenommen, nicht vordringen. Was sich innerhalb des Gebirges an Bildungen vorfindet, welche man als quartäre ansprechen darf, beschränkt sich auf ganz örtliche Vorkommnisse auf Thalterrassen, welche die geringe Tiefe der stellenweise 50 m über der jetzigen Sohle gelegenen Thaleinschnitte zur Quartärzeit bezeichnen und auf welchen

durch Aufstauungen irgend einer Art ein reichlicher Absatz von aus den Buntsandsteinschichten ausgewaschenen Rollstücken, Gesteinstrümmern und thonigem Schlamm stattfinden konnte. Solche Ablagerungen von Geröll, grobem Sand und Sandsteinbrocken, häufig bedeckt mit einer lehmigsandigen Lage, begleiten in kleinen Flecken fast alle Thaleinschnitte. Eigentliche Lehmsätze beschränken sich auf den unteren Theil der Gebirgsbäche, wo sie im Leber- und Röthelschiefergebiete eingeschnitten sind. Dass die Verwitterung der Felsmassen schon zur Diluvialzeit stattgefunden hat und massenhaften Sandschutt und Felsblöcke (sog. Findlinge) über die Gehänge ausgebreitet hat, ist nicht zweifelhaft. Aber die Unterscheidung dieses Gehängeschutts von den Verwitterungserzeugnissen der Gegenwart ist unthunlich.

Geröllablagerungen, die auf den Höhen verbreitet sind und deren Material in sog. Kieskaulen häufig zur Strassenbeschotterung Verwendung findet, und lehmige Erde in ihrer Nachbarschaft dürften diluvialen Alters sein. Sie sind das Verwitterungs- und Abschwemmungsprodukt geröllreicher Sandsteinlagen oder Conglomerate und der thonigen Zwischenlagen. Nördlich und nordöstlich von Kaiserslautern und bei Hochspeyer bedecken eigenthümliche hellbraune Lösslagen und ihm ähnliche Lehme mit Sanden die Berghöhen in beträchtlicher Ausdehnung. Sie hängen mit ähnlichen Ablagerungen zusammen, deren Ursprung und Beschaffenheit sich erst bei der Beschreibung der nördlich anstossenden Blätter klar legen lässt. Doch ist hier vorläufig zu bemerken, dass diese Lössablagerungen an der nordwestlichen Ecke unseres Blattes nicht etwa von Fluthen abstammen, welche durch das Speyerbach- oder Isenachthal direkt von der Rheinfläche her bis hierher vorgedrungen waren, sondern mit dem Absatzgebiet der Nahe, Lauter und Alsenz in Verbindung stehen. Eine sehr bemerkenswerthe Erscheinung bietet sich uns an der Thalecke, wo das Lindenberger Seitenthälchen in die Speyerbachvertiefung einmündet. Hier findet sich auf einer Hochterrasse eine mächtige Ablagerung von Geröll, Sand und Sandsteintrümmer, bedeckt von ganz typischen, Conchylien-reichen, rheinischen Lösslagen, wodurch bewiesen wird, dass bereits zur Quartärzeit wenigstens an einzelnen Stellen Thaleinschnitte vorhanden waren, welche von der Rheinthalseite her durch die hier thätigen geologischen Vorgänge erreicht werden konnten.

Als Novärgebilde machen sich die durchweg sandigen, selten lehmigen Alluvionen der Thalsohlen bemerkbar, welche, gehörig bewässert, mit viel ergiebigen Wiesen geschmückt sind. Eine grossartige Rolle spielt der Gehängeschutt, der, früher und auch jetzt noch andauernd durch Verwitterung, Zersetzung und Verschwemmung erzeugt, aus lockerem, über die meist steilen Gehänge ausgegossenem Gesteinsschutt der Buntsandsteinschichten besteht, in dieser Form weitaus die grösste Fläche des Gebirges bedeckt und die im Untergrund anstehenden Gesteinsschichten verhüllend nur hier und da einzelne festere Bänke als Felsgesimse hervortreten lässt. Er macht die eigentliche Grundlage des prächtigen Pfälzer Waldes aus, der mit geringen Unterbrechungen alle Höhen der Haardt überkleidet. Dieses fast rein quarzsandige, nur mit geringen thonigen Theilen vermengte Verwitterungsprodukt eignet

sich, wenn auch humöse Theile hinzutreten, vortrefflich zu Waldboden, viel weniger gut aber zu Ackerland, das nur dürftige Erträge an Kartoffeln, Roggen und Hafer liefert. Hierher gehören auch die schon früher beschriebenen Felsenmeere als wenigstens theilweise Erzeugnisse der Jetztzeit.

Versumpfungungen sind im Haardtgebiete selten anzutreffen und nur an wenigen Thalstellen gehen sie in Torfgründe über, wie im Saarthal bei Fischbach, am Moosbach bei Dahn, bei Weidenthal, im Porzbachthal bei Erlenbach.

Rheinfläche.

Im Gegensatze zu dem hochaufragenden Haardtgebirge nehmen an der Zusammensetzung des Untergrundes der pfälzischen Rheinfläche bis zu den unmittelbar an den Gebirgsfuss angeschlossenen Vorbergen und -Hügeln nur jüngere Bildungen der Tertiär-, Quartär- und Neuzeit Antheil. Selbst unter den tertiären Ablagerungen sind es nur solche, welche aus dem mittleren Zeitabschnitte dieser Periode stammen; eocäne Schichten kommen hier nicht vor und auch die oligocänen, miocänen und pliocänen Schichten beschränken sich auf verhältnissmässig geringe Verbreitungsgebiete.

Oligocäntertiärer Meeressand, Küstenconglomerate und Cyrenenmergel.

Im Unterelsass reichen die unteroligocänen, grünlichgrauen Mergel bis dicht an die Grenze der Rheinpfalz und es ist wahrscheinlich, dass ähnliche Mergel am Thalande nördlich von Weissenburg gegen Schweigen bis Rechtenbach und am Windhof, dann solche, welche man früher bei Schaidt als Töpferthon gegraben hat, damit gleichalterig sind. Doch müssen wir wegen des Mangels an organischen Einschlüssen diese Annahme unentschieden lassen.

Dem mitteloligocänen Weinheimer Sand entsprechende grobsandige und trümmerige Ablagerungen mit charakteristischen organischen Überresten begegnen wir von Süden her zum ersten Mal am Fuss der Madenburg bei Klingenmünster.

Das trümmerige Gestein besteht aus grobem und feinem Sand mit Brocken von Muschelkalk und Buntsandstein in theils festen, theils lockeren Bänken, die in Folge von Verrutschungen unter 10—15° nach SO. geneigt sind. Unter den charakteristischen organischen Einschlüssen sind Austernschalen (*Ostrea cyathula*) und Fischzähne (*Lamna cuspidata*) am häufigsten; daneben finden sich Reste von *Pectunculus* (*P. obovatus*), *Cytherea*, *Corbula* u. s. w.

Petrographisch ähnliche Trümmerablagerungen, die in wahre Sandsteinconglomerate übergehen, die sog. Küstenconglomerate haben bis jetzt keine organischen Einschlüsse geliefert, vertreten aber längs dem Gebirgsfuss an sehr zahlreichen Stellen das Mitteloligocän. Solche Gebilde setzen gleich nördlich von Weissenburg z. Th. den Worm- und Hafenberg bei Schweigen und den Schanzberg bei Rechtenbach zusammen. Weiter bilden sie die Hügel zwischen Pleisweiler, Oberhofen und Gleishorbach, ebenso bei Eschbach und Leinsweiler und nehmen bei Ransbach bis oberhalb Birkweiler breiten Raum am Sommermauerberg, Kästenbusch und dem Fuss des Tisch-

bergs ein. In geringer Ausdehnung findet sich das Conglomerat, bedeckt von Schutt und Blockhaufwerk, über den bunten Keuperschichten bei Frankweiler abgelagert. Vielleicht steht damit das Auftreten von Petroleum in einem Brunnen in Frankweiler, welches wir an dieser Stelle erwähnen wollen, in näherer Beziehung. Es ist bekannt, dass eine reiche Petroleumlagerstätte in dem benachbarten Elsass, namentlich bei Pechelbronn und Lobsann ausgebeutet wird. Man vermuthete, dass die das Öl führende Zone weiter nördlich fortsetze; indess haben zahlreiche Bohrversuche bei Weissenburg zu keinem günstigen Ergebniss geführt. Dass aber trotzdem das bisher noch nicht sicher ermittelte tiefe Petroleumreservoir am Gebirgsrande bis in die Pfalz sich forterstrecke, ist durch den Fund in Frankweiler unzweideutig nachgewiesen und es lässt sich hoffen, dass auch hier durch eine glückliche Bohrung ergiebige Petroleumquellen aufgefunden werden. Bis jetzt (Herbst 1896) haben zwar die vier in der Nähe von Frankweiler abgestossenen Bohrlöcher, von denen eines die allerdings geringe Tiefe von 260 m, ein anderes von 106,4 m erreichte, kein günstiges Ergebniss geliefert. Bei der verhältnissmässig geringen Tiefe dieser Versuche darf jedoch der Schluss noch nicht gezogen werden, dass hier kein Petroleum in grösserer Tiefe vorhanden sei.

Weiter nördlich ist das Küstenconglomerat deutlich nur an einem Punkt bei Alsterweiler bekannt, wahrscheinlich weil dasselbe auf längere Strecken von Gehängeschutt überdeckt ist. Erst unmittelbar an Dürkheim setzen mächtige Schuttmassen die Berghügel gegen Seebach zusammen, die wenigstens theilweise dem Küstenconglomerat angehören. Inwieweit sonst mit den mitteloligocänen Sanden verbundene grünlichgraue, marine Mergel dem sog. *Septarienthon* entsprechen, musste wegen Mangels an organischen Überresten unbestimmt gelassen werden.

Das nächst jüngere Tertiärglied, der Cyrenenmergel der Oberoligocänstufe, begleitet zwar die mitteloligocäne Ablagerung längs dem ganzen Gebirgsfusse in etwas tieferen, mehr gegen die Rheinseite gerückten Lagen und ist auch ziemlich häufig entweder in natürlichen tiefen Thaleinschnitten oder in künstlichen Entblössungen aufgeschlossen, in welchen das mergelig thonige Material meist als Düngermittel gewonnen wird.

Im Norden bei Weissenburg hat der Russgraben die Cyrenenschichten am Thalrande bis ins Dorf Rechtenbach hinein aufgedeckt. Zerstreute Vorkommnisse reichen bis zum Queichthal. In diesem Strich gewinnen sie besonders zwischen Heuchelheim und Göcklingen, am Südfuss der kleinen Kalmit bei Ilbesheim und bei Birkweiler grössere Verbreitung. Nördlich der Queich gehören die graugrünen Mergel bei Frankweiler, Hainfeld, Rhodt und bei Edenkoben, wo aus ihnen eine schwache, Schwefelwasserstoff-haltige Quelle zu Tage kommt, dann jene bei St. Martin und Alsterweiler dieser Tertiärstufe an. Unterhalb des Dorfes Haardt finden sich mehrere Gruben, in denen man den Mergel zum Düngen der Weinberge gewonnen hat. Über Königsbach, Wachenheim absatzweise fortsetzend, breitet sich diese Mergelbildung im Untergrund vom grössten Theil der Stadt Dürkheim aus und zieht sich von der Sachsenhütte gegen die Ziegelhütte bei Leistadt weiter fort. Organische Überreste werden in den nur auf kleinen Strecken auf-

geschlossenen Schichten selten angetroffen, am häufigsten die charakteristische *Cyrena subarata* (*semistriata*).

Miocäntertiäre Ablagerungen.

Noch weiter in die Ebene vorgeschoben, als die oligocänen Bildungen, ziehen sich, oft ansehnliche Vorberge oder Hügel zusammensetzend, die weit überwiegend aus Kalk bestehenden miocänen Ablagerungen am Fusse des Haardtgebirges entlang durch die Rheinfläche hin (s. S. 40).

Im engsten Anschluss an die nächstälteren oberoligocänen Cyrenenmergel, dieselben gleichförmig überlagernd, bauen sich die untermiocänen theils marin-brackischen, theils limnischen Cerithien- und Landschneckenkalke zu oft riffartigen Felsen auf. Beide örtlich verschiedene Ausbildungsformen sind im pfälzischen Gebiete so eng mit einander verknüpft, gleichsam verwachsen, dass man dieselben räumlich nicht scharf von einander halten kann. Es sind dies hellfarbig, gelblich-weiße, oft dunkelfleckige, löcherige, bisweilen tuffartige oder kleinknollige, undeutlich oolithische, unregelmässig geschichtete, nicht selten anscheinend massige Kalke, wie solche in typischer Entwicklung an der kleinen Kalmit bei Ilbesheim unfern Landau eine hohe, auf dem Cyrenenmergel aufgebaute aussichtreiche Bergkuppe zusammensetzen. Einige kleine Köpfe von Cerithienkalk ragen am Flehns-, Setzer- und Rosenberg zwischen Mörzheim und Göcklingen, ferner bei Appenhofen aus der mächtigen Lössdecke hervor. Noch etwas südlicher am Sandbühl unterhalb Heuchelheim gesellen sich ihnen als Decke noch *Corbicula*-*Litorinellen*-(*Hydrobien*-)Kalke hinzu. Für den Cerithienkalk sind an organischen Einschlüssen charakteristisch: *Cerithium plicatum* var. *pustulatum*, *C. Raetii*, *C. Lamarcki*, *C. submargaritaceum*, *Neritina callifera*, *Cytherea incrassata*, *Mytilus Faujasi*, *Perna Sandbergeri* u. A. In dem Landschneckenkalke der Kl. Kalmit finden sich häufig *Helix rugulosa*, *H. phacodes*, *H. Ramondi*, *H. deflexa*, *H. oxystoma*, *Archaeoxonites subverticillus*, *Nanina stenotrypta*, *Pomatias labellum*, *Strophostoma tricarinatum*, *Patula euglypha*.

Petrographisch wenig verschieden, doch meist deutlicher bankweise geschichtet legen sich an vielen Stellen auf die Cerithienkalke die obermiocänen *Corbicula*- und *Litorinellen*-(*Hydrobien*-) Kalke auf.

Manche Bänke bestehen fast blos aus Schalenanhäufungen von *Litorinella acuta* (*Hydrobia ventrosa*), andere von *Dreissensia Brardi* und von Schälchen der *Cypris faba*. Ausserdem kommen häufig vor: *Corbicula* (*Cyrena*) *Faujasi*, *Cerithium plicatum*, *Neritina subangularis*, ferner in den höheren Lagen *Hydrobia inflata*, *Neritina fluviatilis*, *Mytilus Faujasi*, *Helix Mattiaca*, *H. girondica*, *Clausilia buliminiformis* und in den höchsten Schichten stellenweise angehäuft *Phryganeen*-Gehäuse. Seltener stellen sich schwache Zwischenlagen von hellgrauen Mergeln ein.

Weit vom Gebirgsrand entfernt, schon dem eigentlichen Rheinthale nahe erhebt sich bei Lauterburg die aus *Corbicula*-*Litorinellen*kalk bestehende merkwürdige Kuppe des Büchelbergs. Hier erreicht der Kalk in

dicken Bänken eine Mächtigkeit bis zu 90 m und liefert in grossartigen Steinbrüchen das Material zu Bau- und Strassensteinen. Der Untergrund dieses einzelstehenden Kalkkegels ist unbekannt, vielleicht dient ihm eine Basaltkuppe zur Unterlage. Sehr ausgebreitet sind die Cerithien- und Corbicula-Litorinellen-Kalke nördlich vom Queichthale, wo sie von Frankweiler bis in die Festungsvorwerke am deutschen Thor von Landau reichen. Weiter nördlich bedecken Löss und Trümmerablagerungen den in grösserer Tiefe wahrscheinlich fortlaufenden Zug der Tertiärkalke, von denen nur einzelne kleinere Kuppen aus der Überlagerung hervorragen, wie bei Flemlingen, zwischen Hainfeld und Rhodt, dann zwischen Maikammer, Alsterweiler und St. Martin, wo sich die Litorinellenkalke ziemlich scharf von den Cerithien-Lagen abheben und oberhalb Maikammer in mergelige Schichten übergehen.

Unter ganz besonderen Lagerungsverhältnissen stossen wir auf solche Kalkbänke am Wege von Neustadt nach Dorf Haardt, wo ziemlich steil geneigte Cerithien- und Corbicula-Kalke in einem Steinbruch blossgelegt sind. Noch auffallender ist die steile Schichtenstellung in den Kalkriffen bei Königsbach, wo auch die unterlagernden Cyrenen-Mergel starke Faltungen erkennen lassen. Aehnliche vereinigte Schollen von Cerithien- und Corbicula-Litorinellen-Kalken in meist durch Ueberdeckung nur auf kurze Strecken zu Tag anstehenden Schichten werden nördlich von Königsbach, am Hahnenbühl bei Forst, südwestlich von Wachenheim in mehreren Kuppen, dann bei Dürkheim am Bahnhof und nördlich vom Isenachthale in einem Zuge am Michel- und Spielberg gegen Leistadt hin und am Hügel bei Ungstein angetroffen. Auch in dem Aufschluss der Kalke an der Eisenbahn zunächst dem Bahnhof Dürkheim zeigt sich stellenweise ein starkes östliches Einfallen der Schichten, welches wie bei Königsbach eher auf eine Senkung in Folge von Unterwaschungen, als auf geotektonische Störungen zurückzuführen ist.

Weisse Glas-Klebsande und Grünstadter Thon.

(Riedselzer Sande im Elsass.)

An die älteren Tertiärgebilde in den Vorhügeln des Haardtgebirges schliessen sich gegen die Rheinfläche hin zunächst durch ihre weisse Farbe und den fehlenden Kalkgehalt ausgezeichnete lockere Sande an, deren Quarzkörner vielfach von weissem Thon umgeben sind oder welche auch an manchen Stellen von Linsen und ganzen Zwischenlagen eines hellen feuerfesten Thons sog. Grünstädter Erde, vereinzelt auch von Braunkohlenlagen begleitet werden.

Die Sande nehmen hier und da nach oben auch eine blassröthliche Färbung an und führen nicht selten vereinzelte oder in Lagen vereinigte Gerölle, die meist aus weissem Quarz und ausgebleichten oft auch noch rothen Buntsandsteingeschieben bestehen. Dies ist namentlich im Hangenden der Fall, während stellenweise im Liegenden eine Anhäufung von oft riesigen Buntsandsteinblöcken, aus dem Sandstein ausgewaschenen Rollstücken und Sand in schuttartiger, einer Abrutschung oder Niederbruchsbildung entsprechender wirrer Lagerung das Auftreten der durchweg wohlgeschichteten

hier und da mit Uebergusssschichtung versehenen weissen Klebsande einleitet. Man hat versucht diese örtlichen Bruchanhäufungen als Grundmoränen einer das Haardtgebirge überdeckenden Vergletscherung zu deuten, ohne für diese Annahme genügende Gründe anführen zu können.

Der reine Quarzsand dient als Material für Glaserzeugung, zum Formen und als Zuschlag zu feuerfesten Thonwaaren. Durch Waschen und Schlämmen gewinnt man daraus auch an manchen Orten weissen Thon (sog. Weisse) als Material für feinere Thonwaaren. Daher wird der Sand in sehr zahlreichen Stellen gegraben und gut verwerthet. Die feuerfesten Thone treten mächtiger meist im Gebiete nördlich von dem vorliegenden Blatte bei Grünstadt, Hettenleidelheim und Lautersheim hervor, während das Vorkommen von Braunkohlen sich auf ein Flötzlager bei Erpolzheim unfern Dürkheim beschränkt. Einzelne Thonschlämmen trifft man in der Gegend von Langenkandel an.

Diese Gebilde sind mit Ausnahme der Braunkohle bisher nur versteinungsleer gefunden worden und desshalb herrscht eine gewisse Unsicherheit bezüglich ihrer Zugehörigkeit zu der jüngsten Tertiärstufe — Pliocän — oder zu der ältesten Quartärablagerung. Ihr örtlich enger Anschluss an die älteren Tertiärschichten und das Erscheinen eines typischen pliocänen Pflanzenrestes, der *Pinus Cortesii*, in der Braunkohle sprechen für ihre Zuweisung zu den pliocäntertiären Bildungen.

Von Riedselz im Elsass, nahe S. von Weissenburg, an, wo Thon und Sand gewonnen wird (daher Riedselzer Sand genannt) zieht diese Sandablagerung über den Fuss des Geisbergs zum Raffelsberg bei Altenstadt, an dessen Fuss dieselbe den Cyrenen- oder Septarien-Mergel überlagert und von grobem Diluvialgeröll am Windhof bedeckt wird. Von hier umsäumt nun der weisse Sand die Thälerränder der aus dem Gebirge herab die Rheinfläche durchziehenden Bäche im Anschluss an die oligocänen oder miocänen Bildungen auf eine beträchtliche Strecke abwärts. Ueberall sind in demselben Gruben behufs Gewinnung von Sand und Thon, z. B. bei Barbelroth, angelegt, deren weisse Schutthalden schon von Ferne die weite Verbreitung dieser Ablagerung verrathen. Meist vom Geröll oder Löss überlagert, streichen sie in einem schmalen Streifen am Rande der Thäler zu Tag aus. Dieses durch Ueberdeckung unterbrochene, nur fleckweise Auftreten an zahllosen Stellen macht es für diese kurzen Erläuterungen unthunlich, die Fundorte einzeln aufzuzählen. Es muss daher für diese auf die Darstellung des Kartenblattes verwiesen werden. Nur in Bezug auf das Vorkommen der Braunkohlenablagerung bei Dürkheim sei hinzugefügt, dass das Flötz, welches aus einer 0,5—1,5 m mächtigen erdigen Kohle besteht und gut erhaltene Zapfen von *Pinus Cortesii* (*P. spinosa* Herbst), *P. brevis*, *Corylus inflata* und Flügeldecken von *Donacien* beherbergt, in dem Wiesenthal „im Bruch“ durch einen Bergbau aufgeschlossen ist und abgebaut wird. Die Fortsetzung dieses Flötzes wurde in der Nähe am sog. Schindbuckel unter dem weissen Glasand durch ein 22 m tiefes Bohrloch aufgeschlossen. In weiter Verbreitung wurde dieses Braunkohlenflötz auch an der Frohmühle bei Hasslach aufgefunden und versuchsweise durch einen Stollen ins Feld weiter verfolgt.

Quartäre oder Diluvial-Ablagerungen.

Die Rheinfläche wird in ihren tiefer gelegenen Theilen, abgesehen von den Alluvial- und Novärgebilden, fast ganz, in den gegen den Gebirgsfuss ansteigenden hügeligen Geländen grösstentheils von quartären oder diluvialen Ablagerungen ausgefüllt oder überdeckt. Wenn wir die Vegetationserde zunächst ausser Betracht lassen, ist es der rheinische Löss oder braune Lehm, der als die oberste, relativ jüngste Diluvialdecke weitaus vorherrscht. Als nächst älterer Fluthabsatz folgt darunter röthlicher, oft lehmiger Sand und buntgemengtes rheinisches Geröll in Begleitung von rothem, zu Flugsand- und Dünenbildung geneigtem lockerm Sand, welche wohl streckenweise auch noch mit braunem Lehm wechsellagern und überhaupt grosse Unregelmässigkeiten in der Lagerung erkennen lassen. Der nächst tiefere Schichtencomplex besteht aus meist gleichförmig grauen Sanden, reich an weisschaligen Conchylieneinschlüssen — daher als Schneckensande bezeichnet — mit Zwischenlagen von weissgrauem, feuerfestem Thon und von Moosbraunkohlen in nur ausnahmsweise abbauwürdiger Mächtigkeit. Den Schluss der Quartärablagerungen nach unten macht eine Reihe von Blockaufschüttungen, Geröll und Sand am Gebirgsrande und feiner Kies gegen den Rhein hin. Sie verfliessen oft so mit dem sie unterteufenden weissen Sand, dessen aufgewühltes Material wohl öfters auch in derselben Form als weisser Sand die Rolle eines Zwischenmittels übernommen hat, dass es an vielen Stellen den Anschein hat, als ob diese Art Schuttabsätze zunächst über und unter dem typischen weissen Glassand lägen. Auch diese Schutt- ablagerungen werden von vielen als Erzeugnisse einer Vergletscherung der Haardt angesehen.

Der Löss, dessen ausgedehnter Verbreitung vermöge seiner günstigen chemischen Zusammensetzung und physikalischen Beschaffenheit die Rheinfläche ihre besondere Fruchtbarkeit verdankt und den man desshalb geradezu das Brodflötz des Rheinlandes nennen kann, wurde zuerst nach seinem Vorkommen im Rheinthal zum Typus einer eigenen geologischen Erdart erhoben. Was hier vom Löss angeführt wird, bezieht sich auf diesen typischen rheinischen Löss, für den wir eine fluviatile Entstehung als Schlammabsatz der Alpengletscher in verschiedenen Lagen zu verschiedenen Zeiten des jüngeren Abschnitts der diluvialen Eiszeit*) in Anspruch nehmen. Dass der uranfängliche Löss im Laufe der Zeit grossartige Veränderungen in Beschaffenheit und Lage erlitten hat, ist von sich selbst verständlich. Grosse Massen desselben, namentlich in seinen oberen Parthien sind durch das durchsickernde Wasser entkalkt und in Löss-ähnlichen Lehm verwandelt

*) Es ist hier nicht der Raum für diese Anschauung als der alleinzutreffenden nähere Beweise zu liefern, es sei nur bemerkt, dass es nicht dem Sachverhalt entspricht, die schichtenweise Lagerung von Kalkconcretionen, oft auch der Schneckenschalen und die deutlich parallelen dunkler und heller gefärbten Streifungen im sog. ächten Löss nicht als Zeichen einer Schichtung gelten zu lassen, diejenigen Parthien des Lösses aber, in denen durch Sandzwischenlagen eine Schichtung sich nicht wegläugnen lässt, unter der Bezeichnung Sandlöss als geschichteter von dem angeblich ungeschichteten sog. ächten Löss genetisch zu scheiden.

worden; an anderen Stellen sind Lössmassen in tiefere Lagen verrutscht oder verschwemmt worden. Durch die anfängliche relative Altersverschiedenheit über- und nebeneinander liegender Lössparthien und durch spätere Umbildungen ist eine Reihe von Abänderungen erzeugt worden, auf deren genaue räumliche Abgrenzung kein grosses Gewicht zu legen ist, weil vielfache Übergänge Platz greifen und eine trotzdem vorgenommene Ausscheidung in den meisten Fällen als eine rein subjektive, wenn nicht eine willkürliche sich darstellt.

Der Reichthum des Lösses an Landconchylien ist bekannt. Auch an Säugethierüberresten ist der Löss im pfälzischen Gebiet nicht arm. Doch werden die Funde z. B. von Mammuth (*Elephas primigenius*), Nashorn (*Rhinoceros tichorhinus*), Wisent (*Bos priscus*), Mochusochs (*Ovibos moschatus*), Reh (*Cervus tarandus*), Elch (*C. alces*), Pferd (*Equus caballus*), Murmelthier (*Arctomys marmotta*) u. A. selten bekannt und die Knochenreste aufbewahrt.

Der Löss reicht von der Rheinflussrinne bis zum Steilrand des Gebirges und nimmt mehr gegen letzteres zu häufig eine lehmartige, d. h. entkalkte, zähe, vom Wasser schwierig durchtränkbare, dichte Beschaffenheit an. Wenigstens findet dies in den obersten Lagen statt. In die Bergthäler dringt er von der Rheinhalseite her nicht ein, was beweist, dass zur Zeit seines Absatzes diese Thaleinschnitte noch nicht so tief ausgebildet waren, wie jetzt. Nur an einer Stelle, nämlich an der Ecke der Einmündung des Lindener Thälchens in das Speyerbachthal, liegt, wie schon erwähnt wurde, eine vollständig typische Lössparthie auf grobem Diluvialschutt im Innern des Gebirgs 5 km vom Rande entfernt, etwa 40 m höher als dessen Fuss. Kein Vorkommen von Löss spricht entschiedener gegen eine äolische Entstehung als diese Ablagerung inmitten eines ausschliesslichen Sandsteingebirges.

Wo der Löss auf einem mehr oder weniger lockeren, aufwühlbaren Untergrund, z. B. auf Sandstein oder Geröll, unmittelbar aufruht, sind namentlich in seinen tieferen Lagen häufig Streifen, Linsen und ganze Bänke von Sand eingeschaltet, welche einen sedimentären Absatz denn doch nicht verkennen lassen. Derartige Lössabänderungen bezeichnet man als Sandlöss. Derselbe ist durchweg sehr deutlich geschichtet und enthält zum Zeichen seines sedimentären Ursprungs, z. B. bei Landau, neben Landschnecken auch Süsswasserconchylien. Viel seltener stellen sich im Löss schichtweise geordnete Lagen von Geröll, wie z. B. bei Lauterburg, Landau, Neustadt u. s. w. ein und es entsteht auf solche Weise ein Complex von abwechselnd gelagertem Löss, Sandlöss, Sand und Geröll. Diese Verhältnisse im Löss sind aber von Ort zu Ort so wechselnd und verschieden, dass sie hier nicht im Einzelnen beschrieben werden können. Die Höhenlage, bis zu welcher der Löss an dem Gebirgsrande emporreicht, nimmt gegen N. hin beträchtlich ab. Wenigstens dringt er südlich von Weissenburg noch bis auf Höhen von 276 m vor, während derselbe bei Bergzabern im Mittel auf 200–250 m sich hält und noch weiter nördlich durchschnittlich auf Höhen nicht über 175 m sich vorfindet. Dagegen erreicht er in seiner Verbreitung an der nordwestlichen Abdachung des Gebirges bei Kaiserslautern und Hochspeyer, wo

derselbe von der Naheseite her vordringt, eine Höhenlage von 320—330 m. Zunächst der Stromrinne des Rheins endlich sinkt die Lösslage bis auf etwa 100 m. Gleichwohl lässt sich eine Abtrennung des sog. Berglösses vom Thallöss ebensowenig wie eine scharfe Scheidung zwischen Löss und Sandlöss vornehmen. Es sind rein örtliche, oft auf kleinste Flecke beschränkte Abänderungen.

Wie die Beschaffenheit des Lösses und der Lehme mancherlei Abänderungen unterliegt, so ist auch deren Mächtigkeit eine sehr verschiedene und wechselnde; 5—6 m möchte das mittlere Maass, 15—20 m das Maximum sein.

An vielen Aufschlüssen zeigt sich unter dem Löss, nachdem derselbe durch Aufnahme von Sand und auch von Geröll eine Änderung erlitten hat, ein Übergang zu einer tieferen, mehr oder weniger selbstständigen Region von Geröll und rothen Sanden. In der niedriger liegenden Rheinebene sind die Verhältnisse, unter welchen diese Ablagerungen sich vorfinden, ziemlich gleichförmig, gegen den Gebirgsrand zu greifen hingegen so vielfache örtliche Ausbildungsweisen Platz, dass derartige, meist gering mächtige Ablagerungen sich schwierig von einem ähnlichen, wahrscheinlich älteren Gebilde unterscheiden lassen.

Für die Geröll- und Sandablagerungen der ersten Art, die man wohl auch als Niederterrassenschotter bezeichnet, nehmen wir als Typus die in dem Bienwald grossartig ausgebreiteten Gebilde (Bienwaldgeröll, Rheinkies, z. Th. rheinisches Geröll), welche zwar in dieser Gegend zunächst nördlich vom Lauterthal nicht von Löss überdeckt sind, dagegen südlich davon bei Lauterburg am Rheinthalsteilrande den Geröll-führenden Schichten zwischen Löss und dem tiefer liegenden grauen Sand entsprechen.

Das Bienwaldgeröll zeichnet sich durch den Reichtum an Geröllen von Gebirgsarten der Alpen, namentlich an nicht zu verkennenden jurassischen rothen Radiolarienhornsteinen und Flyschsandstein aus. Daneben liefern Quarz und quarzitisches, auch grauackige Rollsteine neben spärlichen Urgebirgsfelsarten die Hauptmasse des Gerölls. Entfernter vom Gebirgsrande finden sich kaum deutliche Buntsandsteinstücke, die jedoch gegen die Vorberge hin an Häufigkeit zunehmen und wahrscheinlich in jene Trümmerbildung übergehen, welche längs dem Gebirgsfusse sich hinziehend an zahlreichen Stellen zum Vorschein kommen. Ihrer Lage in höherem Niveau wegen hat man letztere wohl auch als Hochterrassenschotter, andererseits als Moränenbildung bezeichnet.

Der Gehalt des Bienwaldgerölls an alpinen Rollstücken (rheinisches Geröll) setzt es ausser Zweifel, dass von den Alpen her kommende Fluthen bei der Entstehung desselben mitgewirkt haben, während der damit verbundene rothe Sand von Zuflüssen abstammen muss, die aus dem Sandsteingebiete herabkamen. Aus dem Lager solcher Gebirgssande entstanden dann später, wahrscheinlich erst in der Jetztzeit durch Windwehen Dünen-artige Anhäufungen, denen wir schon im Bienwalde, in ausgezeichnetster Weise aber bei Speyer im Streit- und Nonnenwald begegnen. Ähnliche ausgedehnte Geröllflächen fallen dem Waldbetrieb anheim, im Gegen-

satz zu den von Löss bedeckten Gebieten, welche ganz von der Landwirthschaft in Beschlag genommen werden. Solche grossartige Waldcomplexe sind ausser dem Bienwald der Herxheimer-, der Lustadter- mit Bornheimer-Wald und der grosse Wald zwischen Speyer, Schifferstadt, Hassloch und Schwegenheim.

Verfolgt man das rheinische Geröll im Bienwald westwärts gegen den Gebirgsfuss hin, so stossen wir zunächst südwestlich von der grossen Litorinellenkalk-Kuppe des Büchelbergs auf Brocken von Brauneisenerzhaltigem Gestein, welche nach Art von Sumpferz und sog. Ortstein vorkommen und früher bergmännisch gewonnen wurden. Fleckweise verbinden sie das Geröll zu einem vom Forstbetrieb gefürchteten Conglomerat, welches dem Eindringen der Baumwurzeln in den Nährboden Widerstand entgegengesetzt und auch Versumpfung veranlasst.

Diese fast ebene Geröllausbreitung erstreckt sich bis zum steil ansteigenden Hügelrand bei Altenstadt, Weissenburg gegenüber, wo auch auf der südlichen Lauterthalseite am Exercierplatz die gleichen Bildungen hinüberreichen. Dieser Abgrenzung des jüngeren Gerölls an dem rasch ansteigenden Oligocänhügel bei Altenstadt steht eine Geröllablagerung auf der Höhe dieses Vorsprungs am Windhof gegenüber. Wegen der verhältnissmässig viel höheren Lage und in Berücksichtigung der etwas abweichenden Zusammensetzung wird dieses Geröll als älteres oder als sog. Hochterrassenschotter angesehen. Die Rollsteine desselben entstammen dem Buntsandstein, namentlich den Geröll- und Conglomeratlagen in demselben, dann auch dem Rothliegenden, namentlich den Thonsteineinlagerungen desselben ohne Beimengung von Gesteinen alpiner Herkunft. Ausserdem sind oft ansehnlich grosse Brocken und Blöcke von festeren Buntsandsteinfelsen eingeschlossen, welche sich meist nur kantenabgerundet zeigen. Als Zwischenmasse stellt sich rother Sand ein.

Ähnliche Ablagerungen von Buntsandsteinblöcken, Geröll und Sand sind wohl längs dem ganzen Gebirgsfuss entwickelt, aber nur an wenigen Stellen und da meist nur künstlich blossgelegt. Die namhaftesten sind jene bei Klingenmünster, Landau, Edenkoben und Neustadt. Sonst verrathen sie sich durch einzelne aus der Überdeckung aufragende, grosse Sandsteinblöcke, z. B. bei Bergzabern, Pleisweiler, Birkweiler, Siebeldingen, Gleisweiler, Maikammer, Deidesheim u. s. w., oder durch schwache Lagen von grobem, rothem Sand.

Die Blockschuttmasse am Kreuzstein bei Klingenmünster ist neuerlich zum Gegenstand eingehender Untersuchung gemacht und auf Grund derselben als eine Grundmoräne aufzufassen versucht worden. Hier liegen Buntsandsteinblöcke von beträchtlichem Umfang bis zu 1,5 m Durchmesser mit abgerundeten Kanten wirr aufgehäuft zusammen mit kleineren Geschieben, aus Buntsandstein ausgewaschenen Rollsteinen und meist rothbraunen Quarziten; sie werden durch schmutzigweissen, selten röthlichen Sand zu einer ziemlich festen Masse verbunden. Mit Ausnahme der wirren Lagerung, die aber allen durch Zusammenbrüche und Rutschungen entstandenen Gebilden gemeinsam ist, fehlen dieser Schuttanhäufung alle Merkmale von Moränen, namentlich

lässt sich keine Spur von Schrammung an den Blöcken und Geschieben wahrnehmen. Weder als Glacial-, noch als reine Flutherzeugnisse können solche wirrgelagerten Schuttanhäufungen*) angesehen werden, vielmehr sind sie durch Unterwaschungen der am Gebirgsrande vorspringenden Felsen unter Beihülfe von beiströmenden Wasser entstanden. Selbst grössere Blöcke können unter Mitwirkung von Fluthen weit in's Vorland verschleppt worden sein, wobei zu berücksichtigen nicht ausser Acht gelassen werden darf, dass zu Anfang der Quartärzeit die Kante des bis an die Rheinfläche reichenden Sandsteingebirges stellenweise weiter als der jetzige Gebirgsrand vorragte und daher durch Unterwaschungen zu Bergstürzen umsomehr geneigt war. Das feinere Material wurde weiter in die Fläche geführt und hier hauptsächlich als Geröll- und Sandgebilde des Buntsandsteingebirges in mehr oder weniger geschichteten Lagen abgesetzt.

Eine früher unter Löss und Oberflächengeröll völlig versteckte Blockschuttablagerung wurde ferner durch die Eisenbahneinschnitte bei Landau blossgelegt.

Die nach oben unregelmässig abgegrenzte Schuttmasse besteht hier aus nicht sehr grossen, abgerundeten Blöcken von rothem Buntsandstein in wirrer Lagerung untermengt mit Quarzitrollstücken und rothem Sand. Nach unten nimmt die Grösse der Sandsteinfragmente und ihre Häufigkeit rasch ab und damit verbindet sich eine mehr schichtenweise Lagerung. In der Nähe am Weg nach Arzheim war früher eine für eine Ziegelei betriebene Lössgrube bis zu beträchtlicher Tiefe ausgehoben, wobei sich unten in dem sandigen Löss plattenförmige Kalkconcretionen, voll von Süsswasserconchylien vorfanden.

Ähnliche Verhältnisse, wie bei Landau, bietet auch der tiefe Einschnitt der Eisenbahn am Bahnhof von Edenkoben. Im tiefsten Theil dieses Aufschlusses liegen wohlgeschichtete weisse und blassrothe, lockere Sande mit spärlichen Quarzgeröllen und zahlreichen Zwischenschichten von meist grauem, auch röthlichem, sandigem, lettigem Thon, der oft die bizarrsten Biegungen, Windungen, Vergabelungen und Wiedervereinigungen wahrnehmen lässt. Die obere Grenzfläche ist wie durch Abtragungen uneben. Darüber folgt das wirrgelagerte Haufwerk von Buntsandsteinblöcken, vermengt mit Geröll und Sand, welche mehrfach in schichtenweise verlaufenden Zwischenstreifen eingebettet sind. Auch hier sind die grössten (1,5—2 m) und grösseren (0,50—1,0 m) wenig kantengerundeten Trümmer des rothen, selten ausgebleichten Buntsandsteins in den obersten Lagen angehäuft und nehmen nach unten an Grösse deutlich ab. Die Decke setzt sich aus übereinander geschichteten Lagen von grobem Geröll, braunrothem Sand, sandigem und typischem Löss zusammen. Diese Ablagerung ist desshalb noch besonders bedeutungsvoll, weil sie nicht vor einem grösseren Thaleinschnitt des Gebirges ausgebreitet ist und desshalb die Annahme einer Thalschuttkegelbildung ausschliesst, zu welcher die Lage mehrerer solcher Blockanhäufungen vor der Austrittöffnung grösserer Gebirgsthäler verleiten könnte.

*) Wem dies zweifelhaft erscheint, sehe sich einmal beispielsweise die Blockanhäufungen des Wettersteingebirges zwischen O.-Grainau und dem Eibsee an.

In ähnlicher Weise kommt auch eine grossartige Blockanhäufung unterhalb Neustadt vor, die von der Holzschuhfabrik H. Grünwald und der Mosaikwaarenfabrik an bis jenseits des Thals bei Winzingen sich erstreckt. Der nur zeitweise offene Aufschluss am erstgenannten Punkte reichte unten 6 m tief in die Lagen der Klebsande von weisser und gelblicher Farbe herein, die mit grauen, sandigen Letten, Geröllstreifen mit weissem Quarz, grauem Quarzit und ausgebleichten Buntsandsteinstücken bis zu 0,3 m Grösse wechseln. Ein noch weiter 14 m tief niedergebrachter Brunnenschacht schloss darunter noch weissen Sand mit einem Haufwerk von abgerundeten bis 0,5 m grossen Blöcken ausgebleichten Buntsandsteins auf. Die obere Abgrenzungsfläche des Systems der weissen Sande zeigte sich sehr uneben, ungleichförmig ausgegabt. Zunächst darüber waren braunrothe Sande und Gerölle von Quarzit und ausgebleichtem Buntsandstein schichtweise bis 2 m hoch gelagert. Darauf folgten 2—3 m mächtige Schichten von rothem Sand und Geröllen, welche vorwaltend aus rothem und ausgebleichtem Buntsandstein bestanden. Dieser Schichtencomplex über den weissen Sanden muss als Stellvertreter der bisher beschriebenen älteren Quartärablagerungen angesehen werden. Bedeckt wird das Ganze erst von sandigem und zu höchst von typischem Löss. Die der Zusammensetzung nach ähnlichen Geröll- und Sandlagen über den später zu beschreibenden grauen Sanden gegen die Rheinebene hin, z. B. am Thalrande des Klingenbachs, des Modenbachs bei Freimersheim und der zahlreichen Wasserzüge nördlich der Linie Neustadt-Schifferstadt lassen nicht allorts mit Sicherheit erkennen, ob sie einer älteren oder jüngeren Ablagerung angehören. Die Entscheidung hierüber muss offen gelassen werden.

An der tiefsten Fluthebene des Rheinrinnals erhebt sich das Land meist mit einem 3—5 m Steilrand zu einer breiten, flachen Terrasse, auf welcher vorherrschend Geröll ausgebreitet liegt. Am Abbruche des Steilrandes gehen darunter dann graue, kalkhaltige, Glimmer-führende Sande zu Tag aus, welche streifenweise sehr zahlreiche Land- und Süsswasserconchylien in ungefähr 50 Arten der ersteren und über 30 Arten der letzteren Klasse, wie die Mosbacher Sande bei Wiesbaden und die Hangenbietener Sande bei Strassburg, beherbergen. Um sich einer kurzen Bezeichnung für dieselbe zu bedienen, kann man sie *g r a u e S c h n e c k e n s a n d e* benennen. Als demselben eigenthümlich lassen sich linsen-plattenförmige Kalkmergelausscheidungen und meist mit einer Brauneisensteinrinde umgebene Geoden bezeichnen. Gerölle sind im Allgemeinen nur spärlich eingebettet. Oft finden sich in mächtigen Zwischenlagen meist graue, plastische, zur Ziegelfabrikation sehr geeignete *T h o n e* vor, welche an mehreren Orten, z. B. bei Jockgrim, in grossen Gruben gewonnen werden. Ihnen beigelegt oder auch selbstständig ausgebildet legen sich Flötze von erdiger, mulmiger, meist an Moosresten*) reicher *B r a u n k o h l e* zwischen die thonigen Sande mit organischen Einschlüssen an, wie dies bereits früher (S. 27) erwähnt worden ist.

Solchen mächtig entwickelten, grauen Sanden begegnen wir an der südlichen Landesgrenze bei Lauterburg, wo sie den Steilrand gegen die

*) Unter anderen ist darin *Hypnum aduncum* var. *Kneiffi* häufig.

Rheinebene zusammensetzen und von der Wieslauter angeschnitten werden. Von da an nordwärts säumen sie fast ununterbrochen die Alluvialebene des Rheinthals ein und sind vielfach auch von den hier eintretenden einzelnen Thaleinschnitten aufgeschlossen. Erst in der Gegend von Speyer und dann nordwärts bis über Ruchheim und Maxdorf hinab zeigen sie sich in einem breiten Strich aufgedeckt und machen hier unmittelbar den Untergrund der Vegetationserde aus.

Einen der lehrreichsten Aufschlüsse bietet die grossartige Thongrube der Thonwaarenfabrik Jockgrim in folgendem Profil von oben nach unten:

Walderde	0,2—0,3 m
Rother, lockerer Sand und Geröll aus dem Sandsteingebirge	1,5—2,5 „
Obere Lage von grauem Thon	0,5 „
Grauer, Glimmer-führender Sand ohne Geröll, mit Anwachs- streifung	0,5—1,2 „
Grauer Sand mit einer Gerölllage	0,7 „
Gelber und grünlichgrauer sandiger Thon und Sand	0,3 „
Schwärzlicher, bituminöser Thon und Flötz einer Moosbraunkohle mit in Lignit umgewandelten Holzstämmen. Ein aus diesen Schichten kommendes Wasser setzt Eisenocker ab. Hier und in der darunter liegenden Schicht kommen Thierreste vor (Biber, Pferd, Reh, Mammuth, Nashorn, Sumpfschildkröten).	0,3—1,5 „
Grauer, plastischer, feuerfester Thon — Hauptmaterial für die Ziegelfabrikation	1,5—3,0 „
Untergrund: grüngrauer, Glimmer-führender Sand bis zu be- trächtlicher Tiefe.	

Ähnliche, wenn auch weniger ausgedehnte Entblössungen trifft man häufig in Thon- und Sandgruben am Steilrand des Rheinthals, z. B. bei Kuhardt, Hördt, Herxheim, Herxheimweiher, Mechttersheim, bei Harthausen, am Bahnhof bei Speyer, bei Waldsee, Rheingönnheim, Maudach u. s. w.

In der Sandgrube bei Hördt ist aufgeschlossen:

Oben: rother Sand mit Bienwaldgeröll	1,5 m
Grauer, z. Th. eisenschüssiger Sand und sandige Letten	0,5—1,0 „
Gelber, Geröll-freier Letten mit Braunkohlen-artigen Streifen	0,4 „
Grünlichgrauer, sandiger Thon	1,0 „
Grauer, Glimmer-führender Sand mit einzelnen Geröllstreifen	3,5—4,0 „
Grünlichgrauer, lettiger Thon, voll von Conchylienschalen, wie im Moosbacher Sand	1,0—1,5 „
Erdige Braunkohle mit wohlerhaltenen Moosresten (<i>Hypnum aduncum</i> var. <i>Kneiffi</i>)	0,2—0,5 „
Hell- und dunkelgrauer Thon von sandigen Streifen erfüllt, mit Conchylienschalen	0,5—1,0 „
Graue, Glimmer-führende Sande in grosser Mächtigkeit bis zu unbekannter Tiefe.	

In dem Rheinanschnitt am rothen Hamm bei Lingenfeld zeigt sich bei niedrigem Wasserstand ein ziemlich mächtiges Braunkohlenflötz, während bei der Bahnhoferweiterung in Speyer Kalkknollen und Concretionen voll von

Land- und Süsswasserconchylienresten nach Art jener des Schneckensandes und eisenschüssige Geoden mit Pflanzeneinschlüssen in dem gelbgrünen stark mergeligen, Glimmer-reichen Sande sehr in die Augen fallen. Solche thonreiche, als Ziegelmaterial brauchbare Schichten breiten sich SW. von Speyer gegen Harthausen (Ziegelhütte) bis nach Schwegenheim aus. An diese Mergelsande von Speyer schliessen sehr ausgedehnte Schichten grauer, glimmerreicher, Conchylien führender Sande an, welche den in den südlichen Gegenden auftretenden Schneckensanden so ähnlich sind, dass es unnatürlich erscheint, sie davon getrennt zu halten. Doch hat sich auch eine andere Ansicht*) geltend gemacht, welche diese grauen Sande, in der Verbreitung von Mechttersheim an, über Speyer und dann in grossartiger Erweiterung N. von Speier über Otterstadt, Waldsee, Schifferstadt, Rheingönnheim, Mundenheim, Maudach, Fussgönnheim, Ruchheim und Maxdorf bis zur Nordgrenze des Blattes für eine jüngere Ablagerung als die Schneckensande, etwa vom Alter des Bienwaldschotters (Niederterrasse) betrachtet wissen will. Erst die Kartirung des N. anstossenden Gebiets und die genaue Bestimmung der organischen Einschlüsse werden über diese verschiedenen Altersbestimmungen eine Entscheidung bringen.

Recente, noväre und alluviale Bildungen.

Unter allen, dem Steinreich angehörigen Neubildungen, deren Erzeugung auch in der Gegenwart fort dauert, nimmt die oberste Erdlage, welche der Pflanzenwelt zur Wohnstätte dient und ihr Nahrung giebt, der Acker-, Wies- und Waldboden, die erste Stelle ein. Für unser Gebiet der Rheinfläche besitzt diese Pflanzenerde, welche sich wie allwärts aus der Zersetzung der bis an die Oberfläche reichenden Untergrundgesteinslagen und durch Vermengung der dadurch entstandenen erdigen oder bröckligen Masse mit eingeschwemmten Mineraltheilchen und mit organischen Stoffen erzeugt hat und sich fort und fort nachbildet, eine sehr mannichfache Beschaffenheit. In den Vorbergen und Hügeln, die sich zunächst an den Steilabfall des Sandsteingebirgs anlehnen, treten sehr verschiedene ältere Untergrundgesteine von sandiger oder mergeliger, thoniger und kalkiger Natur auf, die an der Zusammensetzung der hier zu landwirthschaftlichen Zwecken, hauptsächlich zum Weinbau benutzten Krume theilnehmen. Meist sind darüber noch jüngere schüttige, sandige oder lehmige Ablagerungen ausgebreitet, aus deren Zersetzung vorherrschend die Hauptmasse des Bodens hervorgeht. Da von den benachbarten Gehängen des Gebirgs Sand in grosser Menge bei- und eingeschwemmt wird, so gewinnt hier trotz der Mannichfaltigkeit der Untergrundgesteine die sandige Beschaffenheit des Kulturbodens weitaus die Herrschaft. Diese günstige Bodenmengung, die freie Lage nach O. u. SO., welche vom Sonnenaufgang an deren Wärmestrahlen

*) Diesem entsprechend wurde das Gebiet dieser Sande auf der Karte mit der Farbe der älteren Schneckensande dargestellt, aber durch die Signatur q^1 statt q^{1c} kenntlich gemacht. — Diese Änderung geschah erst nachträglich, sie konnte daher in der Farbenerklärung durch Einsetzen eines besonderen Feldes keine Berücksichtigung mehr finden. Eine Verwechselung mit den übrigen als q^1 bezeichneten Partien ist ohnedem ausgeschlossen.

vollen Zutritt gestattet und der Schutz des nach W. und NW. angeschlossenen höheren Gebirgs vor kalten Nordwinden vereinigen ihre Wirksamkeit, um diesen sanft ansteigenden Hügeln die Vorzüge vortrefflicher Rebengelände zu verleihen.

In der mehr verebneten Zone der Rheinfläche bis zum eigentlichen Ueberschwemmungsgebiet der Flussniederung theilen sich Geröll, Sand und Löss oder Lehm in den Bestand der hier verbreiteten Bodenarten. Der Geröll- oder Kiesboden bleibt wie auch manche stark sandige Striche (Dünensande) grössten Theils der Besiedelung mit Wald überlassen, wie z. B. im Bienwald und Schifferstadter Wald u. s. w. Auf nur mässig thonigem Sandboden greift schon der Feldbau Platz, bis endlich durch Zunahme der lössartigen oder lehmigen Beschaffenheit die fruchtbarste aller Ackererden, der Lössboden, auf weite Strecken in der Vorderpfalz vollständig das Feld gewinnt. Auf ihm ruht, wo er sich zeigt, der reiche Segen des Ackerbaues.

Hier reiht sich die Erwähnung der alluvialen Ausfüllungen der Thaleintiefungen, der Flösschen und Bäche, welche quer durch die Rheinfläche ziehend dem Rhein zustreben, an. Zunächst ihrem Austritt aus dem Gebirge finden sich Gebirgsschutt und grober Sand darin abgesetzt. Im mittleren Lauf nimmt der Sand mehr oder weniger thonige Beimengungen auf, während gegen den unteren Lauf hin wieder die sandige Zusammensetzung zur Herrschaft gelangt. Diese Thalböden dienen fast ausschliesslich der Wiesenkultur zur Unterlage. Verhältnissmässig nur kurze Strecken sind sumpfig, theilweise sogar mit Torfmooren bedeckt.

Die Thalausfüllungen am Austritt der Wasserläufe aus dem Gebirge gehen stellenweise an den Rändern in eine Anhäufung von grösseren Gesteins-trümmern, untermengt mit Sand, über, welche die Natur von Schuttkegeln besitzen. Doch ist ihre Unterscheidung von älteren wirrgelagerten Trümmerablagerungen der geringen Aufschlüsse wegen schwierig. Andeutungen solcher recenten Schuttkegelbildungen finden wir fast an allen grösseren Thäl-rändern, da wo die Flösschen das höhere Gebirge verlassen. Als ihrer Entstehung nach in der Hauptsache der Neuzeit angehörig müssen die Sand-dünen bezeichnet werden, die ihren Ursprung, wie schon früher erwähnt wurde, der grösseren oberflächlichen Verbreitung von Diluvialsand zu verdanken haben. Die kleinen, selten über 1—1,5 m hohen, meist halbmond-förmig gekrümmten, nach einer Seite steil geböschten, nach der andern Seite flach abfallenden, aus lockerem Sand durch Windwehen aufgebauten Hügelchen schliessen sich gruppenweise aneinander, sind aber durch die herrschenden Winde nach Form*) und Lage Veränderungen unterworfen. Am deutlichsten und grossartigsten sehen wir diese Dünen im Streitwald bei Speyer und in den weissen Bergen bei Schifferstadt, weniger ausgesprochen zeigen sie sich im Bienwald. Ihr Gebiet gehört zu den unfruchtbarsten der Landschaft.

*) Die Form der meisten Dünen ist auf der Karte, bei deren Herstellung die Reichskarte zur topographischen Unterlage diente, ungenau, z. Th. unrichtig angegeben. In den meisten ist der Bogen der Krümmung nach SW. offen, was den herrschenden NO.-Wind entspricht. Bei der ausführlichen Beschreibung wird eine Karte in grösserem Maassstabe genauer die Form dieser Dünen zur Darstellung bringen.

In der Flussniederung und dem Ueberschwemmungsgebiete des Rheins sind es die sich stets verlegenden und ihre Stelle ändernden Geröllablagerungen auf den sog. Kiesbänken, die Anhäufung von grauem Sand — Rheinsand — und der Niederschlag sandig thonigen, graugefärbten, z. Th. auch zur Ziegelfabrikation benutzten Materials, des sog. Schlicks, welche einen Boden von sehr wechselnder Beschaffenheit bedingen, wodurch nur die Besiedelung mit niederem Buschwerk, hauptsächlich Weiden und mit z. Th. ausgedehnten Auen von Gras, besonders von Rohr- und Riedgräsern ermöglicht ist. Viele Altwassereintiefungen sind versumpft und z. Th. vermoort.

Besonders hervorgehoben zu werden verdient das Vorkommen von Gold in den Rheinalluvionen. Früher bestanden namentlich im oberen Rheinlauf von Neuburg abwärts, besonders bei Pfortz und Maxau, wie im Elsass zahlreiche Goldwäschen behufs Gewinnung des Edelmetalls, obwohl der Kies nach im Elsass aufgestellten Berechnungen im Mittel nur 8 Billionstel und der Höchstgehalt nur 0,7 Millionstel des Gewichts des aufgearbeiteten Materials beträgt. Zur Verwaschung sucht man besonders frische Anschwemmungen auf Kiesbänken, die sog. „Goldgründe“, auf, wohin das Gold, ursprünglich dem krystallinischen Gebirge der Alpen entstammend, wahrscheinlich aus älteren Alluvionen ausgewaschen, wieder abgelagert wird.

Der Sumpf-, Moor- und Torfbildungen ist bereits im Vorausgehenden gedacht worden. Es erübrigt hier noch einige der namhaftesten anzuführen. Bemerkenswerth sind die vielfachen Versumpfungen im Bienwald, welche darauf zurückzuführen sind, dass unter dem z. Th. durch Sumpferz verkitteten Geröll oder unter dem Kies eine thonige Schicht des grauen Sandes im Untergrunde das Wasser zurückhält und anstaut. In dieser Gegend finden sich auch grössere Torflager zwischen Schweighofen und Steinfeld, bei Schaidt und Minfeld, im Lauterthal oberhalb der Bienwaldziegelhütte. In der Rheinniederung haben sich bei Berg, Hagenbach, Wörth (Erlenbach), Jockgrim, Neupfotz, Kuhardt, Hördt und an zahlreichen Altrheinstellen bis Maudach bei Ludwigshafen hinab Torfgründe gebildet. Viel seltener trifft man ausgesprochene Torfbildungen in den übrigen Thälern der Rheinfläche. Hervorzuheben sind jene im Erlenbachthal bei Barbelroth und Winden, im Klingbachthal bei Billigheim und bei Herxheim, dann im Isenachthal unterhalb Dürkheim.

Wir können unsere kurzen Betrachtungen über die geologischen Verhältnisse nicht schliessen, ohne noch der ziemlich häufigen sog. rheinischen Erdbeben zu gedenken, die auch vielfach die pfälzische Rheinfläche (rheinisches Schüttergebiet) beunruhigen. Es ist nicht zweifelhaft, dass diese bodenerschütternden ruckweise erfolgenden Bewegungen im Zusammenhang stehen mit den geschilderten Verwerfungs- und Absenkungsspalten, welche das Haardtgebirge sowie den Untergrund der Rheinfläche durchziehen und längs welchen eine Absenkung grosser Gebirgsstücke in die Tiefe der Rheinfläche erfolgt ist.

/ Gümbel, Carl Wilhelm von / Ammon, Ludwig von

Geognostische Karte des Königreichs Bayern

Bd.: XVIII

Cassel 1897

BHS II C 314 a-18

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11801207-5